# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU MARDI 17 MAI 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

On nous annonce officiellement la mort de notre illustre correspondant, *Stanislas Cannizzaro*, ancien vice-président du Sénat italien.

M. Cannizzaro était le chimiste le plus connu de l'Italie. Il avait publié ses premières recherches à Paris. Élève de Piria, lui-même formé dans le laboratoire de J.-B. Dumas, Cannizaro s'était fait un nom dès ses débuts. Dans son *Cours de Philosophie chimique*, professé à l'Université de Gênes en 1858, s'appuyant sur les densités de vapeur, les chaleurs spécifiques, l'isomorphisme, etc., Cannizzaro prépara le triomphe définitif des idées, aujourd'hui classiques, d'Avogadro et d'Ampère sur l'égalité du nombre des particules par volumes gazeux, sur la proportionnalité des poids moléculaires aux densités de vapeurs, enfin sur la nécessité de doubler la plupart des poids atomiques d'alors. Il fut du petit nombre des savants de cette époque qui, avec Wurtz, Kékulé, Wislicenus, etc., contribuèrent à faire accepter les théories de J.-B. Dumas, puis de Laurent et Gerhardt, théories qui ont imprimé un si large essor aux progrès de la Chimie moderne. Sa belle découverte des alcools benzylique, toluique, anisique (1853) et de leurs dérivés fit connaître une nouvelle classe d'alcools, alors bien imprévus, les *alcools aromatiques*. Au laboratoire de Chevreul, avec son ami S. Cloez, il obtenait la cyanamide et ses isomères. Plus tard il se fit remarquer par un travail très délicat sur la santonine et ses nombreux dérivés.

S. Cannizzaro fut le promoteur de la renaissance de la Chimie italienne : à son école se sont formés Paternò, F. Sestini, Bertagnini, Oddo, Piutti-Fabris et tant d'autres chimistes qui honorent leur pays.

Il avait dépassé le grand âge de 80 ans, mais il conservait dans sa vieillesse toute son activité et sa verdeur et continuait à diriger l'*Institut chimique de l'Université royale* de Rome, Institut qu'il avait créé et où il faisait encore allègrement son cours public il y a quelques mois.

Il est mort sans souffrance à la suite d'une assez courte maladie.

Je pense que l'Académie voudra bien s'associer avec moi au deuil de sa famille, de sa patrie et de la Science chimique. (*Assentiment unanime.*)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur l'emploi de nouvelles méthodes de récurrence dans la théorie des systèmes orthogonaux.* Note de M. GASTON DARBOUX.

Dans notre Communication du 9 mai dernier, nous avons considéré une classe nouvelle de systèmes orthogonaux, et nous avons indiqué des applications particulières des systèmes de formules fondamentaux auxquels nous avons été conduits. Aujourd'hui, nous nous proposons de faire connaître deux nouvelles méthodes de récurrence qui permettent de rattacher, à toute solution du problème envisagé, une suite, en général illimitée, de solutions nouvelles.

Nous avons vu qu'à tout système de valeurs des rotations $\beta_{ik}$ satisfaisant aux équations (A), (B), (B′), correspondent deux séries de systèmes triples orthogonaux, la première définie par les formules (C), (D), (F), (G), (I), (J), la seconde par les formules analogues (C′), ..., (J′). Supposons, par exemple, que l'on connaisse un système orthogonal (S) de la première série, caractérisé par les valeurs $H_i$ et $P_i$. Comme les équations auxquelles satisfont les $H_i$ de l'une des séries sont les mêmes que celles auxquelles satisfont les $P_i$ de l'autre, on voit qu'on pourra déduire du système (S) deux systèmes (S′) de la seconde série, en prenant

$$\text{soit } P'_i = H_i, \qquad \text{soit } H'_i = P_i.$$

Commençons par étudier la première hypothèse

$$P'_i = H_i. \tag{1}$$

Le système (S′) de la seconde série sera alors défini sans quadrature par les équations

$$X'_i x' + Y'_i y' + Z'_i z' = H_i \tag{2}$$

qui donnent

$$(3) \qquad x' = \Sigma X'_i H_i, \qquad y' = \Sigma Y'_i H_i, \qquad z' = \Sigma Z'_i H_i.$$

Envisageons maintenant l'autre hypothèse

$$(4) \qquad H'_i = P_i.$$

Alors les formules (J′) de notre précédente Communication donnent

$$(5) \qquad x' = \int \Sigma P_i X'_i \, d\rho_i, \qquad y' = \int \Sigma P_i Y'_i \, d\rho_i, \qquad z' = \int \Sigma P_i Z'_i \, d\rho_i,$$

de sorte qu'il y aura, cette fois, trois quadratures à effectuer pour obtenir le nouveau système (S′).

En tenant compte des expressions des $P_i$ et des formules (5) de notre première Communication, on pourra écrire

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} x' &= \int (x \, d\Theta_{00} + y \, d\Theta_{10} + z \, d\Theta_{20}), \\ y' &= \int (x \, d\Theta_{01} + y \, d\Theta_{11} + z \, d\Theta_{21}), \\ z' &= \int (x \, d\Theta_{02} + y \, d\Theta_{12} + z \, d\Theta_{22}); \end{aligned} \right.$$

de sorte que, si l'on pose

$$(7) \qquad \Omega_i = \int (\Theta_{0i} \, dx + \Theta_{1i} \, dy + \Theta_{2i} \, dz)$$

et si l'on suppose les $\Omega_i$ exprimées en fonction de $x, y, z$, on aura

$$(8) \qquad \left\{ \begin{aligned} x' &= x \frac{\partial \Omega_0}{\partial x} + y \frac{\partial \Omega_0}{\partial y} + z \frac{\partial \Omega_0}{\partial z} - \Omega_0, \\ y' &= y \frac{\partial \Omega_1}{\partial x} + y \frac{\partial \Omega_1}{\partial y} + z \frac{\partial \Omega_1}{\partial z} - \Omega_1, \\ z' &= z \frac{\partial \Omega_2}{\partial x} + y \frac{\partial \Omega_2}{\partial y} + z \frac{\partial \Omega_2}{\partial z} - \Omega_2. \end{aligned} \right.$$

De la double remarque précédente il résulte qu'on peut toujours, par des calculs algébriques ou des quadratures, déduire du système (S), supposé connu, une suite linéaire de systèmes nouveaux

$$(9) \qquad (S_{-3}), \quad (S_{-2}), \quad (S_{-1}), \quad (S), \quad (S_1), \quad (S_2), \quad (S_3), \quad \ldots$$

les systèmes d'indices pairs appartenant à la première série, ceux d'indice impair à la seconde, tous ces systèmes étant rattachés les uns aux autres par

les formules

$$(10)\quad x^{(2k+1)} = \Sigma X'_i H_i^{(2k)}, \qquad y^{(2k+1)} = \Sigma Y'_i H_i^{(2k)}, \qquad z^{(2k+1)} = \Sigma Z'_i H_i^{(2k)};$$

$$(11)\quad x^{(2k)} = \Sigma X_i H_i^{(2k-1)}, \qquad y^{(2k)} = \Sigma Y_i H_i^{(2k-1)}. \qquad z^{(2k)} = \Sigma Z_i H_i^{(2k-1)};$$

où $x^{(h)}$, $y^{(h)}$, $z^{(h)}$ désignent les coordonnées du point qui décrit le système $(S_h)$. Si, au lieu de descendre la suite (9), on veut la remonter, on aura

$$(12)\quad \begin{cases} x^{(2k-1)} = \int (x^{(2k)}\, d\Theta_{00} + y^{(2k)}\, d\Theta_{10} + z^{(2k)}\, d\Theta_{20}), \\ y^{(2k-1)} = \int (x^{(2k)}\, d\Theta_{01} + y^{(2k)}\, d\Theta_{11} + z^{(2k)}\, d\Theta_{21}), \\ z^{(2k-1)} = \int (x^{(2k)}\, d\Theta_{02} + y^{(2k)}\, d\Theta_{12} + z^{(2k)}\, d\Theta_{22}); \end{cases}$$

$$(13)\quad \begin{cases} x^{(2k)} = \int (x^{(2k-1)}\, d\Theta_{00} + y^{(2k-1)}\, d\Theta_{01} + z^{(2k-1)}\, d\Theta_{02}), \\ y^{(2k)} = \int (x^{(2k-1)}\, d\Theta_{10} + y^{(2k-1)}\, d\Theta_{11} + z^{(2k-1)}\, d\Theta_{12}), \\ z^{(2k)} = \int (x^{(2k-1)}\, d\Theta_{20} + y^{(2k-1)}\, d\Theta_{21} + z^{(2k-1)}\, d\Theta_{22}), \end{cases}$$

qui devront être appliquées successivement.

En général, si $H_i^k$, $P_i^k$ désignent les valeurs des $H_i$ et des $P_i$ pour le système de rang $k$, on aura

$$(14)\qquad P_i^{(k)} = H_i^{(k-1)}$$

et par suite

$$(15)\qquad P_i^{(2k+1)} = H_i^{(2k)} = \frac{\partial P_i^{(2k)}}{\partial \rho_i} + \beta_{ki} P_k^{(2k)} + \beta_{li} P_l^{(2k)},$$

$$(16)\qquad P_i^{(2k)} = H_i^{(2k-1)} = \frac{\partial P_i^{(2k-1)}}{\partial \rho_i} + \beta_{ik} P_k^{(2k-1)} + \beta_{il} P_l^{(2k-1)}.$$

Telle est la première méthode de récurrence, qui fait dériver d'une solution du problème une suite de solutions nouvelles.

Cette suite, il est vrai, n'est pas toujours illimitée. Si, par exemple, on prend pour le système (S) celui que nous avons déterminé précédemment et qui correspond aux valeurs

$$H_i = aX'_i + bY'_i + cZ'_i,$$

le système $(S_1)$ se réduit à un point, et tous les systèmes d'indice positif disparaissent. Il ne reste que les systèmes d'indice négatif, obtenus par des quadratures.

Au lieu de chercher si la suite (9) se termine, nous allons examiner si elle peut être périodique. Le cas le plus simple, auquel d'ailleurs se ramènent tous les autres, est celui où tous les systèmes de même indice seraient identiques, ou du moins homothétiques. Les formules (14) et (16) nous donnent

$$(17) \qquad P_i^{(2)} = \frac{\partial H_i}{\partial \rho_i} + \beta_{ik} H_k + \beta_{il} H_l.$$

Si nous supposons que l'on ait

$$(18) \qquad P_i^{(2)} = \alpha P_i,$$

$\alpha$ étant une constante, le système $(S_2)$ sera homothétique au système (S), et la suite (9) deviendra périodique. On retrouve ainsi les systèmes triples caractérisés par la relation

$$(19) \qquad H_i^2 + H_k^2 + H_l^2 = \alpha(x^2 + y^2 + z^2) + \beta$$

et déjà étudiés dans notre première Communication. Pour le système $(S_1)$ de la seconde série qui leur est adjoint, on a

$$(20) \qquad P_i^{(1)} = H_i,$$

et par conséquent la formule (19) nous donnera la relation suivante:

$$(21) \qquad x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = \alpha(x^2 + y^2 + z^2) + \beta$$

entre les coordonnées des points qui se correspondent dans les deux systèmes.

Le cas particulier où la constante $\beta$ est nulle dans la relation (19) va nous fournir la seconde des méthodes de récurrence que nous voulions signaler. On a alors

$$(22) \qquad H_i^2 + H_k^2 + H_l^2 = \alpha(x^2 + y^2 + z^2).$$

Soumettons l'un des deux systèmes, (S) par exemple, à une inversion dont le pôle sera l'origine des coordonnées. Il faudra alors remplacer partout

$$H_i, \quad H_k, \quad H_l, \quad x^2 + y^2 + z^2$$

par

$$\frac{H_i}{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \frac{H_k}{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \frac{H_l}{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \frac{1}{x^2 + y^2 + z^2}.$$

Remarquons que cette substitution ne change pas la forme de la relation (22); elle transforme donc le système (S) en un système de même

nature et pour lequel, par conséquent, les $\beta_{ik}$ satisfont aux relations (A), (B), (B').

Mais cette nouvelle méthode, à la différence de la première, change les valeurs des rotations $\beta_{ik}$. Car si l'on désigne par la notation $\overline{\beta}_{ik}$ les nouvelles valeurs des $\beta_{ik}$, on obtiendra aisément la formule

$$(23)\qquad \overline{\beta}_{ki} = \beta_{ik} - 2\frac{P_i H_k}{x^2+y^2+z^2}.$$

Si l'on supposait $\alpha = 0$, on retrouverait une méthode de récurrence déjà signalée par M. Guichard.

Il ne nous reste plus, pour terminer, qu'à présenter la remarque suivante :

Si, dans les équations (A), (B), on suppose

$$(24)\qquad \beta_{ik} = \beta_{ki},$$

les équations (B') sont vérifiées d'elles-mêmes, et l'on retrouve des systèmes orthogonaux que j'ai signalés dès 1866 et qui, depuis, ont été l'objet des recherches d'un très grand nombre de géomètres. Les méthodes de récurrence que j'ai développées ici pour le cas général s'appliquent à ce cas particulier, et elles deviennent précisément celles que M. Egorov a signalées dans différentes Communications adressées en 1900 et 1901 à l'Académie.

Les résultats précédents peuvent donc être considérés comme une extension et une généralisation de ceux qui concernent les systèmes triples, si souvent étudiés, pour lesquels les trois relations (24) se trouvent vérifiées.

M. **Bigourdan** présente, de la part de M. **Iñignez**, des *photographies de la comète de Halley*, obtenues à l'Observatoire de Madrid, au moyen de deux lunettes différentes.

La première de ces lunettes, dont l'objectif a $0^{m},20$ d'ouverture et $2^{m}$ de distance focale, a donné les détails du noyau et de la chevelure environnante; l'objectif de la seconde est un doublet de $0^{m},15$ d'ouverture auquel on a demandé surtout la représentation de la queue, du moins de la partie la plus brillante; car sa longueur totale excédait la grandeur de la chambre noire; elle atteignait environ 30° le 10 mai 1910.

Le spectre de la comète a été étudié aussi, tant visuellement que par la photographie; les 7 et 8 mai le noyau donnait un spectre continu sur lequel se projetaient les bandes 2, 3 et 4 des hydrocarbures, dans le jaune, le vert

et le bleu, celle du vert étant visuellement la plus intense. Le matin du 12 mai on a entrevu dans le violet une nouvelle bande très faible; et en même temps le noyau se fondait davantage avec la chevelure. L'éclat global de la comète surpassait alors celui des étoiles de première grandeur, et elle était encore visible à l'œil nu 17 minutes à peine avant le lever du Soleil.

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution minéralogique des phosphorites françaises.* Note [1] de M. A. Lacroix.

Les phosphorites concrétionnées que l'on rencontre dans des cavités des calcaires du Quercy (Lot, Tarn-et-Garonne et Aveyron), du Gard, de l'Hérault, de l'Aude, de l'Algérie, ont parfois une structure cristalline; aussi tous les auteurs qui les ont décrites, les ont-ils considérées comme constituant une variété fibreuse d'apatite; la même opinion a été formulée au sujet des sphérolites biréfringents, qui se rencontrent parfois au milieu des phosphates sédimentaires, généralement amorphes du nord de la France et de l'Afrique. M. Ad. Carnot a montré cependant que dans les phosphorites, le rapport du fluor à l'acide phosphorique est toujours très différent de celui qu'exige l'apatite et que, souvent même, la teneur en fluor devient presque nulle.

Je me suis proposé de rechercher quelle est la constitution minéralogique de ces produits minéraux, en m'attachant à l'étude d'échantillons, dont la pureté a été soigneusement vérifiée par l'examen microscopique.

Les phosphorites des gisements précités sont le résultat de dépôts successifs, effectués par voie aqueuse sur une paroi calcaire, ou bien produits à la façon des stalagmites ou, enfin, concrétionnés sous forme de rognons au milieu d'argiles. Les couches concentriques ont des couleurs et souvent des aspects différents, tantôt rappelant l'apparence de la porcelaine, tantôt, au contraire, translucides ou même plus rarement transparentes sur quelques millimètres d'épaisseur; ces variétés particulièrement pures ressemblent à de la gomme. Parfois une structure fibreuse est distincte à l'œil nu; dans d'autres cas, la cassure est uniforme, sans apparence de cristallinité; ces différences d'aspect extérieur n'impliquent pas toujours d'ailleurs une différence de structure intime.

L'étude en lumière polarisée fait voir que toutes les phosphorites des

(1) Présentée dans la séance du 9 mai 1910.

gisements considérés oscillent entre trois types. Le premier est holocristallin et toujours fibreux; le second est homogène, incolore ou jaune en lames minces, entièrement isotrope; le dernier enfin, paraissant parfois tout d'abord entièrement cristallisé, contient en réalité toujours de la matière isotrope, mélangée à un produit cristallisé; elle est souvent en outre concentrée dans des couches distinctes, alternant avec les précédentes; mais dans tous les cas, l'union de ces deux corps est si intime, qu'il n'est pas possible de les séparer entièrement par l'emploi des liqueurs denses.

L'indice de réfraction d'un échantillon isotrope brun, translucide, particulièrement pur, provenant de Pouzillac (Gard), est de 1,569 (Na) et sa densité de 2,82.

L'élément cristallisé constituant le premier type ne présente qu'assez rarement des fibres régulières, perpendiculaires à la surface extérieure de la concrétion, le plus souvent, elles sont entrelacées ou palmées. Je réserve pour une Note ultérieure l'étude de ce type qui présente des particularités remarquables.

Dans le troisième type, les couches successives des concrétions sont des rubans cristallins ou résultent de la réunion de pinceaux coniques, dont l'axe est plus ou moins perpendiculaire à la surface de dépôt. L'allongement des fibres est de signe négatif, la biréfringence ne dépasse pas 0,004. Les sections perpendiculaires aux fibres se montrent sensiblement uniaxes (mais avec croix souvent disloquée) et optiquement négatives. Les valeurs de l'indice moyen et de la densité varient avec la teneur plus ou moins grande en produits isotropes; un échantillon, très translucide, provenant de Mouillac (Tarn-et-Garonne), et qui est un des plus cristallins que j'aie rencontré, possède une densité de 2,87, avec un indice moyen de 1,608.

Quelle que soit leur structure, cristallisée ou non, ces divers types de phosphorites se comportent de la même façon, quand on les place dans une goutte d'acide chlorhydrique; ils sont immédiatement attaqués et se dissolvent rapidement à froid, en faisant effervescence; tous renferment donc de l'acide carbonique et il est facile de voir, en outre, qu'ils contiennent une proportion plus ou moins élevée d'eau.

Les analyses suivantes ont été faites par M. Pisani sur le type trois de Mouillac (*a*) et sur le produit isotrope de Pouzillac (*b*) :

| | *a*. | *b*. |
|---|---|---|
| CaO | 51,85 | 49,73 |
| $P^2O^5$ | 37,60 | 37,40 |
| F | 1,50 | 0,88 |
| $CO^2$ | 4,00 | 3,75 |
| $H^2O$ | 4,80 | 7,05 |
| $Al^2O^3$ | » | 0,14 |
| $Fe^2O^3$ | » | 0,36 |
| $Na^2O + K^2O$ | » | 0,30 |
| | 99,75 | 99,61 |

Ces résultats montrent que le minéral cristallisé a une composition fort voisine de celle du produit amorphe, dont il diffère surtout par une moindre teneur en eau et une proportion plus élevée en fluor ; il n'est donc pas constitué par de l'apatite normale, mais doit être, lui aussi, un composé contenant un phosphate et un carbonate de calcium.

On connaît actuellement deux types bien définis de semblables substances : l'un, dépourvu de fluor, la *dahllite* [$Ca^6(PO^4)^4, CaCO^3, \frac{1}{2}H^2O$]; l'autre, fluoré, la *francolite* [$(PO^4)^6Ca^8(CaF)^2, CaCO^3, H^2O$], dont la *staffélite* n'est qu'une variété fibreuse. Ces minéraux ont des propriétés optiques extrêmement voisines ; ils sont optiquement négatifs, souvent uniaxes tout au moins par suite de groupements (¹), $ng - np = 0,004$ à 0,005 environ ; il n'est pas possible de les distinguer l'un de l'autre à l'aide de leurs indices de réfraction, car la structure fibreuse ne permet pas de mesures précises (l'indice médian des deux est voisin de 1,625); leur densité varie de 3,05 (dahllite) à 3,12 (francolite) (²). Il ne me paraît pas douteux que ce ne soit, suivant les cas, l'un ou l'autre de ces minéraux qui constitue l'élément cristallisé des phosphorites et l'on peut comparer leur intime association avec le produit isotrope à celle des fibres de quartzine ou de calcédonite avec l'opale pour constituer la calcédoine ; la comparaison peut être poursuivie dans les détails de la structure microscopique.

Cette assimilation est basée sur l'étude d'échantillons provenant du Gard (La Capelle en particulier), dans lesquels ces produits à structure calcédonieuse passent à des types à fibres dissociables, non accompagnées de produit isotrope et identiques à des échantillons constamment holocristallins trouvés près de Saint-Girons (Ariège), dans le niveau du carbonifère contenant les phosphates noirs. Je fais allusion ici à un minéral fibreux, concrétionné, décrit autrefois par Damour sous le nom d'*hydroapatite* et dont j'ai retrouvé les échantillons originaux dans la collection du Muséum (densité = 3,09; $n_m = 1,625$). J'en donne ci-contre l'analyse *a*, comparée à celle *b* de la francolite de Tavistock par Maskelyne et Flight, *c* de la staffé-

(¹) Les lames hexagonales de francolite se divisent en secteurs biaxes avec axes assez écartés ; le minéral devient uniaxe par mélange de ces diverses orientations.

(²) Ces données diffèrent de celles concernant l'apatite fluorée, dont l'indice médian est de 1,643 et la densité moyenne de 3,2. M. W. Tschirwinsky a montré (*Centralblatt Miner.*, 1907, p. 279) que les phosphorites de Podolie renferment un minéral hexagonal ou fibreux, auquel il attribue la formule $3Ca^3(PO^4)^2.CaCO^3$; cette substance est à ajouter à celles décrites plus haut, si elle diffère réellement de la francolite.

lite de Staffel par Forster, *d* à la composition théorique de la francolite et enfin *e* à la composition de la dahllite, d'après M. Brögger.

Dans son analyse, Damour, il est vrai, ne signale pas l'acide carbonique, mais il est à remarquer que la teneur en eau qu'il indique est sensiblement égale à la somme $CO^2 + H^2O$ de la composition théorique de la francolite et, d'autre part, j'ai pu m'assurer par des essais directs que le minéral fait bien effervescence sous l'action d'un acide.

| | *a.* | *b.* | *c.* | *d.* | *e.* |
|---|---|---|---|---|---|
| CaO | 52,32 | 54,09 | 54,67 | 53,8 | 53,00 |
| $P^2O^5$ | 40,00 | 38,14 | 39,05 | 37,3 | 38,44 |
| F | 3,36 | 3,34 | 3,05 | 3,4 | » |
| $CO^2$ | 5,30 | 2,25 | 3,19 | 3,9 | 6,29 |
| $H^2O$ | | 1,59 | 1,40 | 1,6 | 1,37 |
| $Al^2O^3 + Fe^2O^3$ | 0,43 | 0,91 | 0,07 | » | 0,79 |
| $K^2O + Na^2O$ | » | » | » | » | 1,00 |
| MgO | » | » | 0,69 | » | » |
| | 101,41 | 101,01 | 101,43 | 100,0 | 100,89 |

Les observations qui précèdent m'ont conduit à étudier le minéral désigné sous le nom de *colophanite* (kollophan); cette substance, ressemblant à de la gomme ou à de la colophane, a été trouvée dans les gisements de guano de l'île Sombrero; sa densité est de 2,7; l'analyse originale a fourni les résultats suivants : $P^2O^5$ 39,10; CaO 50,70; MgO 0,80; $CO^2$ 3,96; $H^2O$ 5,02 = 99,58. Sandberger, supposant que l'acide carbonique provenait d'un mélange avec de la calcite, l'a déduit, avec la quantité correspondante de chaux, des nombres précédents et a attribué au minéral la formule $Ca^3(PO^4)^2 + H^2O$, admise depuis lors dans tous les Traités de Minéralogie.

J'ai examiné un certain nombre d'échantillons de ce minéral et de sa variété, la monite, provenant soit de l'île de Sombrero, soit des gisements analogues récemment découverts dans les archipels Tuamotu et Tubuaï; leurs propriétés physiques et chimiques ne diffèrent pas de celles du phosphate amorphe des gisements français [1].

Cette étude comporte une conclusion au point de vue de la nomenclature minéralogique; le terme de phosphorite doit être abandonné comme nom

---

[1] Il faut sans doute rapporter aussi à un type très fluoré de colophanite les phosphates des gisements crétacés et éocènes du nord de la France, de l'Algérie et de la Tunisie.

de minéral; les produits auxquels il est appliqué étant fort différents. Je propose de réunir sous le nom de *colophanite* les composés isotropes de phosphate et de carbonate de calcium [1], et de désigner sous le nom de *quercyite* (du nom de la région française) ceux qui sont constitués par un mélange intime de colophanite et d'un minéral cristallisé de composition analogue.

En terminant, il me reste à signaler un dernier type de phosphorite, représenté dans quelques gisements français seulement (Caylus et Mouillac, en particulier), et dont j'ai trouvé aussi des exemples parmi des échantillons provenant de Sombrero et de Castillo de Belmez, près de Badajoz (Espagne). Il présente les mêmes caractères extérieurs que les précédents; la structure microscopique est également identique, mais les produits biréfringents associés à la colophanite sont, les uns optiquement négatifs et semblables à ceux décrits plus haut, et les autres optiquement positifs. La biréfringence de ces derniers est environ le double de celle du corps négatif. Je n'ai pu encore réussir à isoler ce minéral, qui a qualitativement la même composition que le précédent et dont je poursuis l'étude. Je désigne provisoirement sous le nom de *quercyite* β ce type plus complexe de phosphorite [2].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode générale de préparation directe des thiols par catalyse à partir des alcools*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

Ainsi que nous l'avons indiqué dans une Note récente [3], l'activité catalytique de déshydratation que possèdent certains oxydes métalliques, tels que l'alumine, la thorine, l'oxyde bleu de tungstène, vis-à-vis des alcools primaires forméniques, nous a paru devoir être expliquée par la formation,

---

[1] Je signalerai l'existence dans les gisements du Quercy de curieuses pseudomorphoses de gros cristaux ($1^{cm}$ à $2^{cm}$) de brushite en quercyite; il est intéressant de constater que la cristallisation du phosphate bicalcique a suivi la production des rognons de quercyite et que plus tard ces cristaux ont été transformés en la même substance que celle sur laquelle ils reposent.

[2] Les observations qui font l'objet de cette Note donnent une importance pratique aux recherches chimiques, effectuées depuis quelques années par M. Barillé sur le rôle de l'acide carbonique comme agent convoyeur des phosphates dans la nature (*Comptes rendus*, 12 octobre 1908 et 8 février 1909).

[3] Paul Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, séance du 29 mars 1910.

à partir de ces oxydes et des alcools, de véritables éthers-sels instables, qui, aussitôt formés, se dédoublent en carbure éthylénique et oxyde régénéré. Ainsi la thorine pourrait fournir

$$\underbrace{2(C^nH^{2n+1}OH)}_{\text{Alcool.}} + ThO^2 = H^2O + \underbrace{ThO(OC^nH^{2n+1})^2}_{\text{Thorinate.}},$$

puis, sous l'action de la chaleur,

$$\underbrace{ThO(OC^nH^{2n+1})^2}_{\text{Thorinate.}} = ThO^2 + H^2O + \underbrace{2C^nH^{2n}}_{\text{Carbure.}}.$$

On pouvait prévoir que si, dans le système où se trouve de la sorte engendré le *thorinate*, on introduit un acide de fonction plus énergique que celle de l'hydrate de thorium, cet acide pourra déplacer ce dernier, tout au moins en partie, et produira l'éther-sel correspondant.

Ainsi on aurait

$$\underbrace{ThO(OC^nH^{2n+1})^2}_{\text{Thorinate alcoolique.}} + \underbrace{2AH}_{\text{Acide.}} = \underbrace{2(AC^nH^{2n+1})}_{\text{Éther-sel.}} + ThO^2 + H^2O.$$

Et si cet acide est en même temps incapable d'agir sur la fonction basique de l'hydrate de thorium pour le transformer en un sel stable, cet hydrate va régénérer l'oxyde de thorium, qui pourra recommencer indéfiniment le même cycle de réactions.

L'acide sulfhydrique, n'exerçant aucune action sur l'alumine ni sur la thorine, pouvait être essayé. Or, d'après les indications que fournit la Mécanique chimique, l'activité de ses deux fonctions acides doit surpasser, tout au moins pour l'une d'elles, l'activité de la fonction acide des hydrates d'aluminium ou de thorium.

Nous avons donc pensé qu'on aurait successivement

$$\underbrace{ThO(OC^nH^{2n+1})^2}_{\text{Thorinate alcoolique.}} + 2H^2S = \underbrace{2(C^nH^{2n+1}SH)}_{\text{Thiol.}} + ThO^2 + H^2O$$

et ensuite, plus difficilement, à partir de la fonction acide qui subsiste encore dans le thiol (sulfhydrate acide) :

$$\underbrace{ThO(OC^nH^{2n+1})^2}_{\text{Thorinate alcoolique.}} + \underbrace{2(C^nH^{2n+1}SH)}_{\text{Thiol.}} = \underbrace{2(C^nH^{2n+1})^2S}_{\text{Sulfate neutre.}} + ThO^2 + H^2O.$$

L'oxyde de thorium étant régénéré pourra réagir de nouveau sur les alcools, et si l'on continue à faire intervenir de l'acide sulfhydrique, il pourra fonctionner indéfiniment comme catalyseur pour engendrer des thiols et même des sulfures neutres alcooliques.

Nos prévisions ont été absolument vérifiées par l'expérience : il y a réellement production de thiols, et, dans une moindre proportion, de sulfures neutres.

Nous en avons déduit une *méthode de préparation directe des thiols* à partir des alcools.

Il suffit de diriger sur une traînée d'oxyde de thorium, chauffée entre 300° et 360°, un mélange d'hydrogène sulfuré et des vapeurs de l'alcool que l'on veut transformer (¹). Les gaz sont envoyés, au sortir du tube à oxyde, dans un réfrigérant, où se condense le thiol, avec l'eau formée, les petites portions d'alcool non décomposé, et une certaine dose de sulfure neutre. Le thiol est isolé facilement de ce mélange par une distillation fractionnée, précédée, s'il est nécessaire, par une décantation pour séparer l'eau.

Une portion de l'alcool employé échappe à la réaction en subissant la déshydratation; elle est peu importante avec les alcools primaires forméniques, si la température n'est pas trop haute; elle est au contraire assez élevée pour les alcools secondaires, où la formation des carbures éthyléniques est très facile.

Nous avons ainsi préparé à partir des alcools primaires forméniques correspondants :

| | Ébull. |
|---|---|
| Le méthanethiol | 6° |
| L'éthanethiol | 36 |
| Le propanethiol$_1$ | 67 |
| Le méthylpropanethiol$_1$ | 88 |
| Le méthyl$_2$-butanethiol$_4$ | 116 |

Le rendement est très bon quand le thiol n'est pas trop volatil, et peut être condensé facilement par réfrigération au sein du courant gazeux. Dans le cas de l'alcool isoamylique, il a surpassé 75 pour 100.

Nous avons isolé de même, avec un excellent rendement, à partir de l'alcool allylique, le *propènethiol*, qui bout à 90°.

L'alcool benzylique donne avec un rendement assez satisfaisant le *phénylméthanethiol*, qui bout à 194° accompagné d'une certaine dose de sulfure

(¹) On peut employer l'hydrogène sulfuré mêlé d'hydrogène que fournit l'attaque du sulfure de fer par les acides minéraux.

neutre $(C^6H^5CH^2)^2S$, que la distillation détruit en donnant surtout du *stilbène* solide fondant à 124°.

Les rendements sont moins satisfaisants et ne dépassent guère un tiers, avec les divers alcools secondaires. Nous avons préparé

| | Ébull. |
|---|---|
| Le propanethiol$_2$ | 58° |
| Le cyclohexanethiol | 155 |
| L'orthométhylcyclohexanethiol | 161 |
| Le métaméthylcyclohexanethiol | 168 |
| Le paraméthylcyclohexanethiol | 169 |

Le cyclohexanethiol avait été obtenu par Borsche et Lange en hydrogénant le chlorure de cyclohexanesulfonyle, et décrit comme bouillant à 158°-160° [1]. L'un de nous l'a isolé avec M. Murat par action du soufre sur le chlorure de cyclohexylmagnésium et indiqué comme bouillant à 152° [2]. Notre méthode directe nous a conduits à un produit bouillant à 155°.

Le métaméthylcyclohexanethiol avait été isolé par Borsche et Lange [3], et décrit comme bouillant à 172°-174°. Nous avons obtenu comme point d'ébullition 168°.

L'orthométhylcyclohexanethiol et le paraméthylcyclohexanethiol n'avaient jamais été isolés antérieurement.

*Production des thiophénols.* — Les oxydes catalyseurs de déshydratation n'exercent sur le phénol et ses homologues aucune action appréciable audessous de 400°. Vers 450°, sur la thorine, on obtient avec le phénol une faible formation d'*oxyde de phényle*, bouillant à 250°, issu sans doute de la décomposition d'une combinaison instable engendrée par la thorine et le phénol. On pouvait prévoir que l'action de l'acide sulfhydrique sur le phénol, en présence de l'oxyde catalyseur, ne pourrait, si elle a lieu, se manifester qu'au-dessus de 400°.

C'est ce que l'expérience a vérifié. En dirigeant sur la thorine chauffée entre 430° et 480° le mélange des vapeurs de phénol ou d'un crésol et d'acide sulfhydrique, on obtient effectivement le *thiophénol* correspondant : mais le rendement est bien inférieur à celui que donnent les alcools, et, dans le cas le plus favorable, a atteint seulement 17 pour 100. Une température

---

(1) Borsche et Lange, *Ber. Chem. Ges.*, t. XXXIX, 1906, p. 392.

(2) Mailhe et Murat, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. VII, 1910, p. 288.

(3) Borsche et Lange, *Ber. Chem. Ges.*, t. XL, 1907, p. 2220.

supérieure à 500° le diminue, à cause de la destruction déjà importante que subit l'hydrogène sulfuré. La méthode appliquée aux divers phénols constitue donc, plutôt qu'un procédé réel de préparation, un mode de formation, permettant de montrer commodément dans un cours la production des thiophénols, pour en manifester les réactions caractéristiques qu'ils fournissent avec l'acide sulfurique concentré, pourpre pour le thiophénol, bleue pour le thiométacrésol, rose pour le thio-orthocrésol.

## ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de Lord *Rayleigh*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 35,

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. Blaserna | obtient...... | 29 | suffrages |
| M. Ch.-Ed. Guillaume | » ...... | 4 | » |
| M. J.-J. Thomson | » ...... | 2 | » |

M. **Blaserna**, ayant réuni la majorité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

## NOMINATIONS.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie le désir exprimé par S. Exc. l'Ambassadeur d'Angleterre de voir l'Institut de France se faire représenter, par une délégation de cinq membres, au service funèbre qui sera célébré le vendredi 20 mai à l'Église anglaise, à la mémoire de *S. M. le Roi Édouard VII*.

L'Académie désigne son président, M. **Armand Gautier**, pour la représenter à cette cérémonie.

## CORRESPONDANCE.

M. **Jean Bosscha**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les *Comptes rendus des séances de la troisième réunion de la Commission permanente de l'*Association internationale de Sismologie, *réunie à Zermatt du* 30 *août au* 2 *septembre* 1909; rédigés par le Secrétaire général R. de Kövesligethy.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations de la comète de Halley.* Note de M. **E. Esclangon**, présentée par M. H. Deslandres.

Les figures schématiques suivantes, déduites des observations que j'ai pu faire à l'Observatoire de Bordeaux (équatorial de $0^m,38$ d'ouverture) se rapportent (sauf la figure 1) à divers aspects récents de la tête de la comète de Halley.

La figure 1 représente l'aspect de la comète à une date déjà éloignée, le 13 février dernier. La nébulosité est presque circulaire, ou, du moins, paraît telle; mais le noyau, encore mal limité, présente déjà deux prolongements, lui donnant un aspect vaguement triangulaire.




Fig. 1. — 13 février, Fig. 2. — 27 avril. Fig. 3. — 10 mai. Fig. 4. — 11 mai.

Figures schématiques déduites des observations (1).

La figure 2 se rapporte à une observation du 27 avril. Le faisceau d'aigrettes, à l'avant du noyau, est très visible; le contour au sommet paraît nettement limité et parabolique, le noyau restant un peu en arrière du foyer. Les deux surfaces de discontinuité issues du noyau, s'ouvrant en forme de V à branches courtes, sont très apparentes et nettement marquées. Le ciel était, du reste, très pur.

La figure 3 est relative à une observation du 10 mai (ciel également très beau). Les aigrettes ont grandi en dimensions apparentes. Elles s'ouvrent en éventail sous un

(1) Les dates sont exprimées en temps civil. Les traits pleins se rapportent aux caractères *très visibles et très nettement observés;* les traits discontinus à ceux qu'un état moins bon du ciel ou des modifications de l'astre n'ont pas permis de distinguer aussi nettement.

angle de 70° et ont une longueur d'environ 30″ aux bords extrêmes. Cependant les surfaces de discontinuité en V paraissent un peu moins nettes que dans l'observation du 27 avril. La queue de la comète m'a paru avoir le 10 mai une longueur d'environ 10°.

Le 11 mai, le ciel était légèrement nuageux; les aigrettes de l'avant sont cependant très brillantes, mais il m'a semblé que leur orientation moyenne s'écartait très notablement de l'axe de la comète (axe Comète-Soleil), ainsi que le montre la figure 4. Y aurait-il une oscillation des aigrettes, ainsi que cela fut observé en 1835? L'inconstance du temps s'opposant à la continuité des observations ne m'a pas permis, à Bordeaux, de vérifier ultérieurement une telle variation.

Mais un caractère frappant (que je n'ai pas observé le 10 mai, à cause probablement de l'heure un peu tardive et de l'influence de la clarté du jour qui se faisait déjà sentir) dans l'aspect de la comète le 11 mai était la *très grande longueur de la queue;* sensiblement rectiligne et très pâle, elle atteignait 25° (la distance angulaire des étoiles $\eta$ et $\beta$ de la Grande Ourse). Elle était très visible, malgré les quelques nuages qui couvraient l'horizon est. Vers son extrémité elle avait plusieurs degrés de largeur apparente. En admettant que la queue puisse être courbe dans le plan de l'orbite, la courbure doit être faible en raison de la rectitude apparente observée d'une part, et de l'angle très sensible que, d'autre part, le rayon visuel faisait le 11 mai avec le plan de l'orbite.

En adoptant le chiffre de 25° pour la longueur apparente, on trouve pour la longueur absolue de la queue le 11 mai, en fonction du demi-axe de l'orbite terrestre, 0,18, c'est-à-dire une longueur supérieure à la distance qui, le 19 mai, séparera la Terre du noyau de la comète. D'autre part, les positions actuelles observées restent très approximativement d'accord avec les éphémérides. Donc, à moins de modifications importantes et rapides, avec lesquelles, du reste, on doit toujours compter lorsqu'il s'agit des comètes, il semble bien que la Terre doive, le 19 mai, traverser effectivement la queue de l'astre.

Du reste, plus récemment encore, le 16 mai, à $2^h 30^m$ du matin, alors que la tête de la comète était encore sous l'horizon, j'ai pu repérer avec assez de précision l'extrémité de la queue. Celle-ci dépassait la ligne $\varepsilon$ Pégase à $\beta$ Verseau; sa limite extrême paraissant être $\alpha$ Petit Cheval. A 15° ou 20° de son extrémité, elle avait 6° à 7° de largeur, mais elle allait ensuite en s'amincissant notablement jusqu'à l'extrémité même. Elle était pâle, mais cependant très visible.

On déduit de cette observation que la queue avait 65° de longueur apparente, ce qui correspond à une dimension absolue égale à 0,20 (dans l'observation du 11 mai j'avais trouvé 0,18, mais je considère celle du 16 mai comme meilleure). La distance de la Terre au noyau étant 0,16 le 19 mai, on peut en conclure que la queue s'étendra au delà de la Terre à une distance d'environ 5 millions de kilomètres.

ASTRONOMIE. — *Sur l'aplatissement de Io, premier satellite de Jupiter.* Note de M. **J. Comas Sola**, présentée par M. Bigourdan.

Dès que, en 1905, je commençai d'observer Jupiter, avec l'équatorial double Mailhat de $38^{cm}$ de l'Observatoire Fabra, je vis le satellite Io allongé ou très aplati. Ces premières observations firent l'objet d'une Note que j'eus l'honneur d'adresser à l'Académie (*Comptes rendus* du 10 juin 1907) et où j'affirmais la réalité de ce surprenant allongement.

Depuis lors j'ai continué à observer ce satellite, en profitant des plus belles images, et le résultat a été, pour moi, une confirmation complète de cet aplatissement. Maintenant, je considère comme sûr que Io est très aplati et que son aplatissement est, par sa grandeur, supérieur à tout ce que l'on connaissait dans notre système solaire.

Je n'insisterai plus sur les effets optiques ou topographiques du disque pour expliquer cet aplatissement; aucune de ces considérations ne peut rendre compte de la figure singulière de Io. D'ailleurs son ombre sur la planète est allongée aussi (Note citée).

Pour éviter toute suggestion, quand j'observe Jupiter je fais toujours l'expérience de deviner le satellite I par son allongement, et jamais je ne me suis trompé. Dans les belles soirées, cet allongement est, en général, évident avec un grossissement de 550; il est très frappant avec 750 (le plus fort de l'instrument).

La moyenne générale, jusqu'à présent (de 1905 à 1910), de mes mesures de l'angle de position de la direction de l'allongement, par rapport au plan de l'orbite du satellite, donne une valeur sensiblement nulle. On peut donc admettre, au moins provisoirement, que le plan *équatorial* de Io coïncide avec le plan de son orbite.

D'autre part, l'allongement n'est pas tout à fait constant. Ces variations d'allongement, très difficiles à observer, seraient indépendantes de la position du satellite par rapport à la planète.

Pour la détermination de la valeur de cet aplatissement, eu égard aux très faibles dimensions apparentes de cet astre, au lieu de faire des mesures micrométriques, j'ai préféré comparer la figure télescopique de Io à des ellipses dessinées sur du papier et d'aplatissements variés. De cette façon, j'ai fixé l'aplatissement maximum à $\frac{1}{4,0}$. Quant au minimum, jamais le disque du satellite n'a été pour moi un cercle, mais quelquefois je l'ai vu très peu différent de cette figure.

Je ne crois pas que ce singulier aplatissement de Io ait pour origine un très rapide mouvement de rotation de cet astre; et il semble bien plus naturel de chercher la cause dans l'attraction de Jupiter sur le satellite.

On peut, à ce sujet, faire deux hypothèses:

1° Le satellite, pendant son état de fluidité primitive et par l'effet des marées produites par Jupiter, aurait subi un commencement de segmentation et pris la forme spéciale d'équilibre dite *apiodale :* j'ai pu, en effet, observer plusieurs fois une sorte d'étranglement du satellite vers sa partie moyenne; 2° le satellite aurait subi une segmentation complète et produit deux corps qui tourneraient autour du centre de gravité commun, corps dont les masses seraient comparables, presque égales, et dont les surfaces seraient presque tangentes, offrant ainsi une disposition très semblable à celle de l'étoile variable U Ophiuchus. Plusieurs fois ce satellite m'a produit l'effet d'une grosse étoile double trop serrée pour être nettement dédoublée. Dans cette hypothèse, la révolution des composantes aurait lieu en plusieurs heures, ce qui est compatible avec les observations, car elles me font croire que les variations d'allongement sont sensibles dans l'intervalle d'une seule soirée.

Il me serait très agréable que quelque astronome, disposant d'un très puissant instrument et de très belles images, voulût bien se livrer à cette étude, en vue de déterminer la cause des aspects surprenants que j'observe depuis longtemps dans ce satellite.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. Maurice Hamy.

*Comète de Halley* 1909 *c*.

| Dates. 1910. | Temps moyen de Marseille. | ΔꝜ. | Δ℘. | Nombre de comp. | Ꝝ apparente. | Log. fact. parall. | Ꝺ℘ apparente. | Log. fact. parall. | ★. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Avril 21. | 16ʰ10ᵐ30ˢ | +0ᵐ 3ˢ,01 | — 3′13″,3 | 5:5 | 23ʰ51ᵐ 3ˢ,37 | —1̄,633 | 82°13′34″,5 | —0,770 | 1 |
| » 23. | 16. 3.25 | —0.32,72 | — 4.10,8 | 5:5 | 23.50.27,68 | —1̄,634 | 82.12.36,8 | —0,769 | 2 |
| » 24. | 15.57.33 | —0.41,17 | — 5.21,5 | 5:5 | 23.50.19,25 | —1̄,634 | 82.11.26,0 | —0,770 | 3 |

| Dates. 1910. | | Temps moyen de Marseille. | ΔƦ. | Δ℘. | Nombre de comp. | Ʀ apparente. | Log. fact. parall. | ℘ apparente. | Log. fact. parall. | ★. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | m s | ′ ″ | | h m s | | ° ′ ″ | | |
| Avril | 25. | 15.37.48 | −0.41,12 | − 7. 1,9 | 5:5 | 23.50.19,32 | $-\bar{1}$,635 | 82. 9.45,5 | −0,772 | 4 |
| » | 25. | 15.59.39 | −0. 3,02 | + 2.57,0 | 5:5 | 23.50.19,75 | $-\bar{1}$,633 | 82. 9.46,4 | −0,778 | 5 |
| » | 26. | 15.47.25 | +0. 5,38 | + 0.50,0 | 5:5 | 23.50.28,24 | $-\bar{1}$,634 | 82. 7.39,3 | −0,770 | 6 |
| » | 27. | 16. 5.53 | +0.23,62 | − 2. 6,1 | 5:5 | 23.50.46,50 | $-\bar{1}$,631 | 82. 4.43,1 | −0,765 | 7 |
| » | 28. | 15.55.40 | +0.52,77 | − 5.49,1 | 5:5 | 23.51.15,67 | $-\bar{1}$,632 | 82. 1. 0,0 | −0,766 | 8 |
| » | 29. | 15.52.25 | +1.33,04 | −10.16,9 | 5:5 | 23.51.55,96 | $-\bar{1}$,632 | 81.56.32,1 | −0,765 | 9 |
| Mai | 1. | 15.38.34 | −3.46,21 | +11.48,7 | 4:4 | 23.54. 0,50 | $-\bar{1}$,633 | 81.44.37,0 | −0,767 | 10 |
| » | 6. | 15.39.16 | +0.47,44 | + 8.45,4 | 5:5 | 0. 5.11,28 | $-\bar{1}$,633 | 80.47.56,0 | −0,763 | 11 |
| » | 7. | 15.17.49 | +4.31,90 | − 9.23,0 | 3:3 | 0. 8.55,76 | $-\bar{1}$,637 | 80.29.47,5 | −0,769 | 12 |
| » | 8. | 15.13.20 | +1.21,92 | − 7. 8,1 | 5:5 | 0.13.28,75 | $-\bar{1}$,637 | 80. 8.18,7 | −0,770 | 13 |
| » | 9. | 15.32.42 | +2.50,67 | +10.56,3 | 5:5 | 0.19. 6,27 | $-\bar{1}$,636 | 79.42.21,9 | −0,763 | 14 |
| » | 10. | 15.17.47 | −1. 2,42 | +14. 5,0 | 5.5 | 0.25.47,61 | $-\bar{1}$,639 | 79.11.59,8 | −0,769 | 15 |

*Étoiles de comparaison.*

| ★ | Gr. | Ʀ moyenne, 1910,0. | Réduction au jour. | ℘ moyenne, 1910,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| 1.. | 7 | 23.51. 1,49 | −1,13 | 82.16.39,0 | + 8,8 | 11818, Leipzig II, AG |
| 2.. | 7 | 23.51. 1,49 | −1,09 | 82.16.39,0 | + 8,6 | 11818, Leipzig II, AG |
| 3.. | 7 | 23.51. 1,49 | −1,07 | 82.16.39,0 | + 8,5 | 11818, Leipzig II, AG |
| 4.. | 7 | 23.51. 1,49 | −1,05 | 82.16.39,0 | + 8,4 | 11818, Leipzig II, AG |
| 5.. | 8,1 | 23.50.23,88 | −1,04 | 82. 6.40,9 | + 8,5 | 11813, Leipzig II, AG |
| 6.. | 8,1 | 23.50.23,88 | −1,02 | 82. 6.40,9 | + 8,4 | 11813, Leipzig II, AG |
| 7.. | 8,1 | 23.50.23,88 | −1,00 | 82. 6.40,9 | + 8,3 | 11813, Leipzig II, AG |
| 8.. | 8,1 | 23.50.23,88 | −0,98 | 82. 6.40,9 | + 8,2 | 11813, Leipzig II, AG |
| 9.. | 8,1 | 23.50.23,88 | −0,96 | 82. 6.40,9 | + 8,1 | 11813, Leipzig II, AG |
| 10.. | 7 | 23.57.47,65 | −0,94 | 81.32.40,5 | + 7,8 | 11858, Leipzig II, AG |
| 11.. | 8 | 0. 4.24,70 | −0,86 | 80.39. 3,4 | + 7,2 | 11813, Leipzig II, AG |
| 12.. | 8 | 0. 4.24,70 | −0,84 | 80.39. 3,4 | + 7,1 | 11813, Leipzig II, AG |
| 13.. | 6,8 | 0.12. 7,68 | −0,85 | 80.15.19,9 | + 6,9 | 11861, Leipzig II, AG |
| 14.. | 8,7 | 0.16.16,45 | −0,85 | 79.31.18,8 | + 6,8 | 11887, Leipzig I, AG |
| 15.. | 8 | 0.26.50,91 | −0,88 | 78.57.48,3 | + 6,5 | 11123, Leipzig I, AG |

*Remarques.* — Le 16 avril, la comète de Halley offre l'aspect d'un noyau condensé, presque dépourvu de chevelure, de 5e grandeur; elle brille moins que l'étoile ω des Poissons qui est dans son voisinage et disparaît bien avant elle dans la lumière du jour. Le 18 avril, la comète a même apparence que l'avant-veille; elle est pourtant un peu plus brillante. Le 21 avril, le noyau de la comète est étalé, comme écrasé et entouré d'une chevelure; la queue est bien visible, la branche principale est sensiblement parallèle à la direction du mouvement diurne, elle se prolonge dans toute l'étendue du champ de la lunette. L'éclat du noyau est de 4e-5e grandeur.

Le 23 avril, l'aspect de la comète a changé, la queue est divisée en deux branches

et une aigrette part du noyau se dirigeant vers le Sud; le noyau a une teinte rouge clair bien prononcée. Le 24, le noyau paraît aussi brillant que l'étoile $\omega$ des Poissons et deux aigrettes se montrent au Sud et au Nord. Le 25, la comète a l'éclat d'une étoile de 3e-4e grandeur, les deux aigrettes de la veille subsistent toujours. A l'œil nu, on voit la queue sur une étendue d'environ 3°. Le 26, le noyau est brillant, il surpasse en éclat $\omega$ des Poissons. A l'œil nu, la queue est très apparente. Les aigrettes subsistent toujours et, par instants, on croit voir d'autres jets s'échapper du noyau. Le 27, le ciel est brumeux, la comète est plus pâle tant dans la lunette qu'à l'œil nu. Le 28, la comète est de 3e grandeur, le noyau d'apparence planétaire mesure 8″, le diamètre de la tête 2′. Elle reste visible jusqu'à $19^h 6^m$ t. s. et disparaît après l'étoile 11818 A. G. de 7e grandeur.

Le 29 avril, la comète a presque l'éclat de $\alpha$ Pégase; on voit deux aigrettes, l'une plus brillante que l'autre. La queue a encore augmenté en longueur, elle atteint l'ascension droite de Vénus, mais se trouve beaucoup au-dessus. Le 1er mai, le noyau paraît allongé par suite de l'éclat des aigrettes; il a l'éclat de $\alpha$ Pégase. La queue s'étend à 10° et passe à 10°40′ au-dessus de Vénus. Le 2 mai, la comète est très belle, le noyau a plutôt l'apparence stellaire aujourd'hui, la queue mesure 10° de longueur et passe à plus de 10° au-dessus de Vénus. Le 4 mai, la comète est superbe; son éclat est sensiblement celui de Markal. Le noyau mesure 10″, la tête 5′ à $15^h 12^m$. La queue a 15° de longueur. Le 6 mai, la comète est magnifique; elle s'étend dans le carré de Pégase, de $\gamma$ à $\alpha$ avec Vénus au-dessous. Deux belles aigrettes partent du noyau en haut et en bas, la queue a une longueur de 15° à 16°. Le 7 mai, la comète a sensiblement le même aspect que la veille. On voit trois étoiles filantes qui partent non loin de la région de la comète. Le 8 mai, la comète a une troisième aigrette dirigée vers le Soleil. La queue s'est encore allongée et atteint 18°. La comète est toujours très belle, le ciel est un peu nuageux dans la région le 9 mai. Le ciel est médiocre le 10 mai, la comète est néanmoins très belle. Le 11 mai, le ciel est brumeux; on voit néanmoins la comète qui est toujours superbe. Une étoile filante d'un bel éclat traverse le champ de la lunette, marchant parallèlement avec la comète, mais en sens contraire à $18^h 43^m 47^s$ temps sidéral.

Le 13 mai, à $15^h$ t. m., la comète paraît s'être brusquement et notablement transformée. Son noyau brille comme une étoile de 1re grandeur et mesure 11″ de diamètre. Un trait brillant, qui n'existait pas les jours précédents, part du noyau à l'opposé du Soleil et partage la queue rectiligne qui mesure actuellement 43° de longueur. L'extrémité de cette queue a l'intensité des étoiles de 6e grandeur et se trouve à la position approchée

$$\text{Æ} = 22^h 6^m \quad \text{et} \quad D = +6°.$$

Il fait grand jour que la comète est encore visible.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une nouvelle classe de surfaces.* Note de M. **Tzitzéica.**

Je me propose de compléter sur plusieurs points les résultats de ma dernière Communication (18 avril 1910).

1. Tout d'abord, si la surface initiale S est une quadrique à centre, toutes les surfaces transformées sont aussi des quadriques ayant le même centre que S.

On déduit de là, par une transformation homographique, les congruences W les plus générales admettant comme surfaces focales des quadriques. Ce résultat est d'ailleurs implicitement compris dans un travail de M. C. Seyne sur les congruences W (*Accad. di Torino*, 1907).

2. Si la surface initiale est simplement réglée, les surfaces transformées sont aussi simplement réglées.

3. Dans le cas où S est une surface quelconque pour laquelle on a

$$K : p^4 = \text{const.},$$

la première transformation exige l'intégration du système

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial^2 R}{\partial u^2} &= \frac{1}{h}\frac{\partial h}{\partial u}\frac{\partial R}{\partial u} - \frac{1+c}{1-c}\frac{1}{h}\frac{\partial R}{\partial v} \\ \frac{\partial^2 R}{\partial u\,\partial v} &= hR \\ \frac{\partial^2 R}{\partial v^2} &= -\frac{1-c}{1+c}\frac{1}{h}\frac{\partial R}{\partial u} + \frac{1}{h}\frac{\partial h}{\partial v}\frac{\partial R}{\partial v} \end{aligned}\right. \qquad (c = \text{const.}),$$

$h$ étant une intégrale, nécessairement connue en même temps que la surface S considérée, de l'équation

$$\frac{\partial^2 \log h}{\partial u\,\partial v} = h - \frac{1}{h^2}.$$

Si, quelle que soit la constante $c$, on a obtenu l'intégrale générale du système (1), alors l'application des transformations suivantes ne demande plus d'intégration.

Pour démontrer cette proposition, je me suis servi de la propriété suivante, analogue au théorème de permutabilité de M. Bianchi. Considérons les surfaces $S_1$ et $S_2$ obtenues par une première transformation de S, en prenant dans le système (1) $c = c_1$ et $c = c_2$. Parmi les transformées de $S_1$ et celles de $S_2$, il y en a une et une seule commune, S′.

4. Dans le cas où l'on prend $c = 0$, les surfaces transformées se réduisent à des droites passant par l'origine; si $c = \infty$, elles sont rejetées à l'infini, chaque point du plan de l'infini correspondant à un point déterminé de la surface, lorsque la solution R est choisie.

5. Enfin, bien que l'intégrale générale du système (1) soit de la forme

$$R = c_1 R_1 + c_2 R_2 + c_3 R_3 \qquad (c_i = \text{const.}),$$

une des constantes $c_i$ disparaît dans la première transformation, qui ne contient par conséquent *que trois* constantes arbitraires : $c$, $c_1$ et $c_2$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle du mouvement d'un projectile sphérique pesant dans l'air.* Note [1] de M. **E. Ouivet**, présentée par M. Appell.

I. On a entre la vitesse $v$ du centre de gravité et l'angle $\alpha$ de cette vitesse avec l'horizon, l'équation classique

$$(1) \qquad \frac{d(v\cos\alpha)}{d\alpha} = v\,\varphi(v).$$

M. P. Appell (*Archiv der Mathematik und Physik*, 1903) la ramène par le changement de fonction

$$v[\sin\alpha + \varphi(v)] = \frac{1}{z},$$

à l'équation

$$(2) \qquad \frac{dz}{dv} = v[\varphi^2(v) - 1]z^3 - [2\varphi(v) + v\varphi'(v)]z^2.$$

M. le colonel Jacob (*Mémorial de l'Artillerie de Marine*, 1899) tire des équations du mouvement l'équation différentielle

$$(3) \qquad gv^3y'' + g^3y'^3\frac{1-\varphi^2}{\varphi^2} + gv\left(\frac{3}{\varphi^2} + \frac{v\varphi'}{\varphi} - 1\right)(gy'^2 + vy') + \frac{v^3}{\varphi^2} = 0,$$

qui relie l'ordonnée $y$ à la vitesse. Je ferai remarquer qu'elle admet l'intégrale particulière $gy' = -v$, d'où, en faisant le changement de fonction $gy' = -v + \zeta$, l'équation

$$(4) \qquad v^3\zeta' + \frac{1-\varphi^2}{\varphi^2}\zeta^3 + v\zeta(\zeta - v)\left(\frac{v\varphi'}{\varphi} + 2\right) = 0;$$

elle est de même forme que l'équation (2) et s'y ramène par le changement de fonction $\zeta = v^2\varphi z$.

---

(1) Présentée dans la séance du 9 mai 1910.

Je signalerai une forme d'équation balistique qui me paraît avantageuse. Si dans l'équation (1) on introduit, comme inconnue, la composante verticale W de la vitesse, on trouve simplement

$$\frac{dW}{dv} = \frac{W\varphi + v}{W + v\varphi}. \tag{5}$$

Cette équation admet les deux solutions $W = \pm v$ quelle que soit la résistance $\varphi$. Elles correspondent au mouvement vertical ascendant ou descendant.

II. L'intégration du problème balistique peut être poursuivie sur l'une des trois équations précédentes. A titre d'exemple, je signalerai quelques cas que je crois nouveaux.

1° L'équation (2) est intégrable, les variables sont séparées, si $\varphi$ vérifie l'équation

$$2\varphi + v\varphi' = cv(1 - \varphi^2) \qquad (c = \text{const.})$$

dont l'intégrale générale est

$$\varphi(v) = 1 - \frac{\operatorname{Ch} c(v - v_0)}{cv \operatorname{Sh} c(v - v_0)} \qquad (v_0 = \text{const.});$$

2° L'équation (2) est intégrable si elle admet une intégrale proportionnelle au rapport des coefficients $V_2$ et $V_3$ des termes en $z^2$ et $z^3$; la substitution $z = mu V^2 : V^3$ sépare les variables. Posons $\varphi = f'$, on obtient pour déterminer $f$, l'équation

$$\frac{v(f'^2 - 1)}{vf'' + 2f'} + m(m+1)(vf' + f) + C = 0.$$

Je prends $c = 0$, $m = -\frac{1}{2}$ et j'effectue la substitution $v = e^x$, $f = ye^x$; prenant de plus $y' = p$ comme variable, on obtient

$$\frac{dy}{dp} = \frac{p(2y + p)}{p^2 - 4}$$

qui est une équation linéaire. On a alors $\varphi(v) = y + p$, $v = e^{\int \frac{dy}{p}}$; on obtient donc $\varphi(v)$ et $v$ en fonction d'un paramètre.

3° L'équation (5) admet pour intégrale générale

$$(W - v)^a (W + v)^b (W - z)^c = \text{const.},$$

où $a$, $b$, $c$ sont des constantes et $z$ la fonction

$$v \frac{(a + b + c)\varphi^2 - (a - b)\varphi - c}{a - b - (a + b)\varphi},$$

si $\varphi$ vérifie l'équation

$$(6)\qquad (a+b+c)\varphi-(a-b)=c\frac{d}{dv}v\frac{(a+b+c)\varphi^2-(a-b)\varphi-c}{(a-b)-(a+b)\varphi},$$

On peut trouver un certain nombre de cas d'intégration de l'équation (6) qui conduisent à des lois de résistance nouvelles. Par exemple, pour $a=b$, $2a+c=1$, on trouve

$$\varphi=kv^{-\frac{1}{c}}+\sqrt{c^2+k^2x^{-\frac{2}{c}}},$$

loi physiquement acceptable en donnant à $c$ des valeurs négatives. De même pour $a+b+c=0$, $\varphi$ est une fonction homographique de la vitesse et d'une constante arbitraire. Enfin si l'un des trois nombres $a$, $b$, $c$ est nul, on obtient une nouvelle loi de résistance par l'intégration d'une équation linéaire. Ces exemples sont basés sur la connaissance d'intégrales particulières de l'équation balistique; dans un Mémoire ultérieur, je montrerai tout le parti qu'on peut tirer de ces solutions particulières pour l'intégration de l'équation.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctionnelles continues.* Note de M. MAURICE FRÉCHET, présentée par M. Appell.

Je veux ajouter ici quelques compléments à une remarquable proposition de M. Riesz [1].

D'après cette proposition, toute fonctionnelle linéaire $U_f$ définie dans le champ des fonctions $f(x)$ continues de 0 à 1 peut s'exprimer sous la forme

$$(1)\qquad U_f=\int_0^1 f(x)\,d\alpha(x),$$

$\alpha(x)$ étant une fonction à variation bornée et l'intégrale étant définie au sens de Stieltjes. En supposant $\alpha(1)=0$, la fonction $\alpha(x)$ est définie, sauf en un ensemble dénombrable de points.

I. On peut supprimer cette indétermination en assujettissant, en outre, la fonction $\alpha(x)$ à être partout régulière, c'est-à-dire en supposant

$$\alpha(x)=\frac{\alpha(x+0)+\alpha(x-0)}{2}\qquad\text{pour}\qquad 0<x<1.$$

(1) F. RIESZ, *Sur les opérations fonctionnelles* (*Comptes rendus* du 29 novembre 1909).

Une telle fonction $\alpha(x)$ existe et est unique. De plus, ce choix a l'avantage suivant : $\alpha(x)$ dépend alors de $U_f$ de façon distributive et continue.

II. On obtient aussi une *représentation unique de son espèce* sous la forme

$$U_f = \int_0^1 f(x)\,du(x) + \sum_i a_i f(x_i),$$

*où $u(x)$ est une fonction* CONTINUE *à variation bornée et nulle pour $x = 1$ et où les $a_i$ et les $x_i$ sont des constantes indépendantes de la fonction $f(x)$*. On a

$$0 \leq x_i \leq 1;$$

et, ou bien les $a_i$ (supposés tous différents de zéro) sont en nombre fini, ou bien la *série $\Sigma a_i$ est absolument convergente* quand on suppose les $x_i$ tous distincts.

Cette représentation a l'avantage de mettre en évidence une sorte de *points singuliers fixes de la fonctionnelle* $U_f$, et de *résidus* correspondants $a_i$. Pour les déterminer, connaissant $U_f$, on peut procéder ainsi. Soit $g_{\xi,h}(x)$ une fonction égale à zéro pour $x = 0$, $\xi - h$, $\xi + h$, $1$, égale à $1$ pour $x = \xi$ et linéaire entre ces points [$g_{0,h}(x)$ étant égale à $1$ pour $x = 0$, nulle pour $x = h$, $1$; $g_{1,h}$ étant égale à $1$ pour $x = 1$, nulle pour $x = 0$, $1 - h$]. La quantité $U g_{\xi,h}(x)$ a une limite déterminée quand $h$ tend vers zéro. Cette limite est nulle partout, sauf en un ensemble dénombrable de points qui sont les points $x_i$, où la limite est $a_i$.

Quand $U_f$ est donnée sous la forme (1), on peut procéder autrement : les $a_i$ sont les sauts de la fonction $\alpha$

$$a_i = \alpha(x_i + 0) - \alpha(x_i - 0)$$

$$[a_i = \alpha(+0) - \alpha(0) \quad \text{si} \quad x_i = 0, \; a_i = \alpha(1) - \alpha(1 - 0) \text{ si } x_i = 1].$$

Les $x_i$ sont les points où ce saut n'est pas nul, c'est-à-dire les points où $\alpha(x)$ a une discontinuité non évitable.

III. En se servant de la remarque I, on peut étendre la formule de Riesz à ce que j'ai appelé des fonctionnelles d'ordres entiers.

Par exemple, une fonctionnelle d'ordre *deux* est une fonctionnelle continue telle qu'on ait identiquement

$$U_{f+\varphi+\psi} - U_{f+\varphi} - U_{\varphi+\psi} - U_{\psi+f} + U_f + U_\varphi + U_\psi - U_0 \equiv 0.$$

*Toute fonctionnelle homogène d'ordre* deux *peut être représentée par la formule*

(2) $$U_f = \int_0^1 f(x)\,d_x \int_0^1 f(y)\,d_y u(x, y)$$

(en indiquant par $d_x$ qu'on prend l'intégrale au sens de Stieltjes en faisant varier seulement $x$). Dans cette formule $u(x, y)$ est une fonction indépendante de $f(x)$ et telle qu'on ait

$$(3)\qquad \left|\sum_{i=1,\,j=1}^{i=n,\,j=n} \varepsilon_i \varepsilon'_j \underset{i,j}{\Delta} u(x, y)\right| \leqq \mathrm{M}; \qquad u(x, 1) \equiv u(1, y) \equiv 0,$$

M étant un nombre fixe indépendant de la fonction $f$. La notation $\Delta$ désigne l'expression

$$\underset{i,j}{\Delta} u(x, y) \equiv u(x_i, y_j) - u(x_{i-1}, y_j) - u(x_i, y_{j-1}) + u(x_{i-1}, y_{j-1}),$$

avec $0 = x_0 < x_1 \ldots < x_n = 1$, $0 = y_0 < y_1 \ldots < y_p = 1$. La condition (3) doit avoir lieu quel que soit le choix des $x_i, y_j$ en nombre quelconque et quels que soient également les signes des quantités $\varepsilon_i$, $\varepsilon'_j$ égales à $\pm 1$.

Réciproquement, si $u(x, y)$ est une fonction quelconque satisfaisant aux conditions (3), le second membre de (2) a un sens et représente une fonctionnelle homogène d'ordre *deux*.

IV. On voit ainsi qu'on pourra mettre toute fonctionnelle d'ordre entier sous une forme plus simple que celle que j'avais d'abord indiquée [1]. Au contraire, la représentation que j'ai donnée des fonctionnelles continues quelconques est plus simple que celle qu'on obtiendrait, si l'on voulait généraliser le résultat précédent (§ III).

PHYSIQUE. — *Le thermophile électrique : tissus, tapis, tricots chauffant par l'électricité.* Note [2] de M. **Herrgott**, présentée par M. d'Arsonval.

La production si facile de la chaleur au moyen du courant électrique a depuis longtemps été appliquée dans quantité d'appareils de chauffage de formes surtout rigides, mais elle a permis également de chauffer des corps souples; aussi un certain nombre d'essais ont été tentés avec succès dans ce sens particulier depuis quelques années.

D'abord des tissus usuels ont été chauffés par l'adjonction d'un conducteur électrique fixé à leur surface par divers moyens; puis des fils de résistances électriques ont été tissés avec des fils d'amiante pour constituer des tissus assez grossiers et former ainsi des rhéostats qui sont ensuite devenus, convenablement disposés, des appareils de chauffage à haute température; enfin un fil plus ténu et de grande résistivité électrique a été enroulé sur une âme souple en amiante pour former un fil électrique chauffant,

---

(1) *Représentation des fonctionnelles continues par une série d'intégrales multiples* (*Comptes rendus* du 1er février 1909).

(2) Présentée dans la séance du 9 mai 1910.

encore trop gros pour être tissé, mais pouvant s'appliquer sur des tissus en leur laissant une certaine souplesse.

Cependant, malgré leur intérêt pour chauffer le corps humain, ces divers essais avaient conservé à ces appareils et à ces tissus des dimensions encore assez restreintes, des formes un peu spéciales et des aspects plutôt rudes qui limitaient l'emploi de chacun d'eux à des cas particuliers. On était bien arrivé à composer des tissus chauffés, mais il restait mieux à faire pour réellement fabriquer des tissus chauffants.

Ce qui caractérise les thermophiles Herrgott, c'est ce fait que c'est au *tissage* même que les fils électrothermiques et textiles sont incorporés dans ces tissus; ils en forment ainsi partie intégrante, de telle façon que les aspects habituels de ces tissus ainsi que leur souplesse sont conservés avec la possibilité de les exécuter en toutes dimensions.

Pour cette fabrication mécanique il fallait d'abord composer le fil à la fois chauffant et textile; les fils électrothermiques thermophiles sont soigneusement fabriqués sur une âme de laine autour de laquelle est enroulé en spirale un assemblage tressé à plat de fils très ténus de *nickel* pur; le tout est enveloppé de fins guipages contrariés de même textile que le tissu à exécuter. Ainsi ces fils sont très souples, ne bouclent pas au tissage et sont aussi bien employés sur les métiers à tisser mécaniques que pour le tricotage à la main; leur conducteur électrique chauffant ne peut être facilement sectionné, étant bien préservé, car ainsi c'est l'âme textile d'un tel fil qui résiste à la traction en le supportant.

Les thermophiles ont leurs chefs et leurs lisières non chauffants, car intentionnellement les fils électrothermiques n'y parviennent pas, afin d'éviter leur usure prématurée par frottements; dans chacune des deux lisières sont enfermés un ou plusieurs fils spéciaux amenant le courant électrique pour alimenter les divers circuits chauffants, un pôle dans chaque lisière afin d'éviter tout court-circuit et toute fausse manipulation.

Les fils de lisières sont placés pendant le tissage ou après le tricotage; les diverses sections de fil électrothermiques, de longueurs prévues par la température à obtenir, y sont reliées de façon que la fin d'un circuit chauffant et le commencement du suivant se trouvent connectés ensemble au même point du même fil de lisière, donc sur le même pôle; de cette manière la différence de potentiel entre deux circuits consécutifs est nulle sans possibilité de court-circuit.

Ce genre de fabrication permet ainsi d'exécuter les thermophiles en toutes dimensions, d'y incorporer autant de circuits qu'il est nécessaire et même ensuite de les couper en longueurs déterminées dans lesquelles on retrouve ce qui est nécessaire au bon fonctionnement.

Cette disposition bien spéciale aux *thermophiles* laisse possibles toutes les combinaisons électriques des divers circuits et par conséquent de chauffage; on peut en effet disposer les fils de lisières pour alimenter les divers circuits en dérivation ou en série à volonté.

Enfin ces tissus sont auto-résistants, c'est-à-dire que les circuits thermophiles sont mis en dérivation directe sous la tension du courant électrique à

utiliser et prévus pour une température déterminée au-dessus de la température ambiante dans laquelle ils sont déployés.

Ce mode particulier de tissage permet de serrer les fils électrothermiques en trame les uns contre les autres, ce qui peut paraître défectueux au premier abord; bien au contraire, il faut remarquer que le fil électrothermique, n'ayant qu'à échauffer une très petite largeur de tissu, n'a besoin de se trouver qu'à une température très peu supérieure à la température uniforme de ce tissu; car ce serait l'inverse si les fils chauffants étaient très espacés. Enfin il est à remarquer que par suite de la grande longueur possible de chaque circuit électrothermique la différence de potentiel entre deux *duites* chauffantes voisines est fort peu élevée et sans danger.

Le nickel pur, uniquement employé dans les thermophiles, est peu oxydable, ce qui permet les applications humides, mais surtout son coefficient de résistance au passage du courant électrique augmente vite avec la température, de sorte qu'il devient son propre régulateur; aussi, après avoir échauffé plus vivement le thermophile au début il entretient ensuite le dégagement de chaleur en dépensant de moins en moins d'énergie électrique.

Dans ces conditions, le rendement de ces tissus thermophiles est des plus élevés, étant donné qu'il s'agit de transformer le courant électrique en chaleur *par contact;* aussi la consommation d'électricité est minime.

Les fils électrothermiques Herrgott sont si souples qu'en laine ils se suffisent à eux-mêmes et peuvent être tricotés en toutes formes, ces *tricots* sont montés comme les tissus thermophiles.

Ils peuvent rendre de grands services au point de vue médical en permettant l'application de températures variant de + 5° à + 150°. Les applications industrielles se révèlent chaque jour, qu'il s'agisse de tissus filtres pour matières grasses ou de toiles sans fin thermophiles et mobiles pour le séchage ou du satinage sous presse.

Les nombreuses applications des *thermophiles* viennent compléter tous les autres modes de chauffage et la thérapeutique y trouvera en particulier une aide puissante.

SPECTROSCOPIE. — *Sur certaines conditions d'apparition du spectre de bandes attribué au cyanogène.* Note de MM. A. DE GRAMONT et M. DRECQ, présentée par M. H. Deslandres.

Au cours de recherches sur les spectres des mélanges de sels fondus nous avons observé, en dehors de toute flamme, de tout produit de combustion, les bandes ordinairement attribuées au cyanogène. Nous les avons obte-

nues par la seule présence du carbonate de sodium exempt de cyanure, soumis sur une lame de platine emboutie, à l'action de l'étincelle très chaude d'un transformateur alimenté par le secteur de la ville, et dont le secondaire contient une capacité de 0,01 microfarad. Cette étincelle suffit, en l'absence de toute source de chaleur, à liquéfier le sel, et son image est projetée sur la fente d'un spectrographe à prisme Rutherfurd avec objectif de chambre achromatique de $40^{cm}$ de foyer, antérieurement décrit (1). Voici les longueurs d'ondes des principales arêtes de bandes que nous avons photographiées et mesurées :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cy n° II....... | 4215,5 | 4196,5 | 4177,5 | 4166,0 |
| Cy n° III...... | 3883,6 | 3871,6 | 3861,9 | 3855,0 |

Cette dernière bande n° III (3883,6) est de beaucoup la plus intense et la plus caractéristique. Dès 1888 (2), M. Deslandres l'avait obtenue à la pression ordinaire et avec l'étincelle condensée dans le cyanogène, et la considérait comme faisant partie des spectres de haute température accompagnant les spectres de lignes. D'autre part, Andrews et Tait ont montré que, sous l'influence des étincelles électriques, le cyanogène se dédouble en charbon et en azote. Il semblerait donc résulter des conditions où nous avons opéré, en dehors de tout cyanogène préexistant, que si ce spectre est bien attribuable à la présence simultanée du carbone et de l'azote, il n'implique cependant pas nécessairement la présence du composé cyanogène $C^2N^2$, dont le rôle dans les expériences antérieures pouvait être simplement de fournir, par sa décomposition, sous l'effet des étincelles, les éléments dissociés C et N nécessaires à l'apparition des bandes que nous signalons. Celles-ci fournissent une réaction spectrale fort sensible du carbone, car la principale (n° III) est facilement visible encore dans des mélanges de chlorure ou de bromure de sodium contenant $\frac{5}{1000}$ de carbone à l'état de carbonate; elle semble disparaître pour $\frac{1}{1000}$ environ. Les deux bandes sont très développées pour des quantités de carbone de l'ordre du centième. Cette apparition des bandes dites du *cyanogène*, sans la présence antérieure de ce composé toxique et dans des conditions où celui-ci est détruit s'il se forme temporairement, apporte une présomption de plus de l'innocuité de la rencontre de la Terre avec les queues cométaires et spécialement avec celle de la comète de Halley où la bande 388 a été observée.

(1) A. DE GRAMONT, *Recherches sur les spectres de dissociation* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVII, août 1909).

(2) H. DESLANDRES, *Spectres de bandes ultraviolets des métalloïdes* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIX, 1888).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la dimension des éléments matériels projetés par les cathodes des tubes à vide.* Note de M. **Houllevigue**, présentée par M. E. Bouty.

J'ai décrit antérieurement [1] un procédé d'étude des projections cathodiques qui m'a permis, dans le cas de l'argent, d'estimer à $10^{\mu}$ environ les dimensions des particules projetées, supposées sphériques. J'ai repris le même problème par une voie toute différente, en étudiant la naissance de la conductibilité électrique dans les dépôts ionoplastiques.

Le dispositif employé consiste à effectuer les projections, dans la cloche à vide, à la surface d'une bande de verre dont les extrémités, platinées et recuites au four électrique, constituent d'excellents contacts; ces extrémités sont reliées, par des conducteurs isolés qui traversent la cloche, aux bornes d'un pont de Wheatstone; on peut ainsi mesurer la résistance au cours de la projection cathodique et sans arrêter cette projection.

J'ai opéré exclusivement sur des dépôts d'argent. Dans tous les cas, j'ai constaté que *la conductibilité ne s'établit qu'à partir d'une certaine épaisseur de la couche métallique;* la pellicule apparaît d'abord comme un voile grisâtre, qui vire au bleu en passant par le rose; elle acquiert un pouvoir réflecteur très accusé; examiné au microscope, avec un grossissement de 1100 diamètres, elle ne montre aucune discontinuité (à part les granulations décrites dans une communication antérieure); pourtant, sa résistance est infinie; mais, si l'on continue à effectuer le dépôt, la conductibilité apparaît brusquement.

Cette observation est favorable à l'hypothèse d'un dépôt effectué par grains séparés; la conductibilité s'établirait alors au moment où les grains en contact formeraient une ligne conductrice entre les prises du courant.

Supposons qu'il se dépose, d'une façon parfaitement uniforme, $n$ particules par seconde et par millimètre carré, ces particules étant sphériques et de diamètre $d$ millimètres; elles se toucheront au bout d'un temps $\theta$ tel que

$$n\theta = \frac{1}{d^2}. \tag{1}$$

Si on laisse le dépôt s'effectuer, en régime constant, pendant un temps T, et si l'on mesure (par ioduration) l'épaisseur $e$ millimètres de la couche d'argent déposée, on aura

$$e = n\mathrm{T} \times \frac{1}{6}\pi d^3. \tag{2}$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1320.

On tire de ces deux équations

(3) $$d = \frac{6e}{\pi}\frac{\theta}{T}.$$

Deux expériences ont donné les résultats suivants :

| | | |
|---|---|---|
| $\theta$ .................... | $7^m 15^s$ | $6^m 45^s$ |
| T .................... | $20^m$ | $20^m 30^s$ |
| $e$ .................... | $38^{\mu\mu}$ | $36^{\mu\mu}$ |

(3) donne alors

| | | |
|---|---|---|
| $d$ .................... | $26^{\mu\mu}$ | $22^{\mu\mu}$ |

Les valeurs de $d$ fournies par cette méthode sont donc du même ordre de grandeur que celles obtenues antérieurement, de telle sorte que la grosseur, tout à fait inattendue, des éléments projetés se trouve ainsi confirmée. Il faut d'ailleurs remarquer que l'équation (3) donne des valeurs trop petites pour $d$ à cause de l'irrégularité inévitable des dépôts ; en tenant compte de cette irrégularité, (3) s'écrit

(3 *bis*) $$d = \frac{N}{n}\frac{6e}{\pi}\frac{\theta}{T},$$

où N représente le nombre des particules projetées par seconde et par millimètre carré dans les régions d'épaisseur maximum et $n$ le nombre moyen des particules projetées, dans le même temps et pour la même aire, sur toute la surface.

D'autre part, les dimensions des granules d'argent colloïdal de Bredig sont comprises, d'après Zsigmondy, entre $50^{\mu\mu}$ et $77^{\mu\mu}$, nombre du même ordre que ceux auxquels nous parvenons pour les projections cathodiques. Dans les deux cas, les particules produites résultent d'une désagrégation due à des actions électriques ; on peut remarquer, en outre, que les métaux colloïdaux sont négatifs, c'est-à-dire cheminent dans un champ électrique en s'éloignant de la cathode. Cet ensemble d'analogies permet de conclure avec vraisemblance que *les éléments des projections cathodiques ne diffèrent pas essentiellement des granules des métaux colloïdaux*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action de l'effluve sur l'aldéhyde éthylique en présence de l'hydrogène*. Note de MM. **A. Besson** et **L. Fournier**, présentée par M. Troost.

Ce travail, commencé il y a plusieurs mois, et qui, d'après nos prévisions, aura une étendue considérable, concerne l'action de l'effluve sur les principaux représentants des types volatils des fonctions organiques. Ce sujet a déjà été abordé par différents savants à des points de vue variés, Hemptinne

a publié dans la *Zeitschrift für Physikalische Chemie* de 1898 le résultat de ses travaux où il a envisagé exclusivement l'étude des produits gazeux formés dans l'action de l'effluve sur un certain nombre de composés organiques. Berthelot, dans la même année, s'est occupé spécialement de la fixation de l'azote sur un grand nombre de composés organiques sous l'action de l'effluve. Enfin, plus récemment, Losanitsch a publié dans les *Berichte* (1909) les résultats d'un travail sur les produits gazeux et condensés résultant de l'action de l'effluve sur un certain nombre de composés organiques gazeux ou volatils; tout au moins, en ce qui concerne les produits condensés, les indications de l'auteur au sujet des procédés de séparation employés montrent que le travail a été fait très sommairement.

Dans notre étude nous entraînons les corps volatils au moyen d'un courant d'hydrogène pur et sec (Zn pur et HCl pur, desséché sur NaOH) en limitant la quantité d'hydrogène au minimum nécessaire pour éviter la rentrée accidentelle d'air dans les appareils; les tubes à effluves spéciaux munis de réservoirs (distance des armatures $3^{mm}$ à $5^{mm}$) actionnés par des transformateurs branchés sur le courant de la ville à 110 volts, nous donnent une effluve nourrie sous potentiel de 12000 à 15000 volts. A la suite des tubes se trouve un réfrigérant tubulaire entouré d'un mélange réfrigérant de glace et de sel, puis un laveur à eau séparé du réfrigérant par une colonne desséchante de $CaCl^2$. Nous nous bornerons dans ce qui suit à l'étude des produits condensés ou dissous dans l'eau, ayant reconnu par des expériences préliminaires que l'étude des produits gazeux des réactions, qui sont très variés, nécessiterait un outillage spécial dont nous ne disposons pas; à notre avis il faudrait, pour cette étude, opérer en vase hermétiquement clos, sans adjuvant de gaz étranger; liquéfier les gaz produits au moyen de l'air liquide et séparer les produits par des moyens physiques et chimiques appropriés. Hors de ces conditions, nous estimons que cette étude sera toujours incomplète et sous cette forme elle a été faite dans la plupart des cas. En ce qui concerne les produits condensés, nous en préparons toujours des quantités importantes de façon à pouvoir nous livrer à une étude approfondie sur leur composition.

Le passage de l'effluve à travers le mélange des vapeurs d'aldéhyde éthylique et d'hydrogène donne lieu à un phénomène très brillant; il est accompagné de la production de lueurs bleu verdâtre du plus bel effet. La production de gaz est abondante en même temps qu'il se condense dans les réservoirs des tubes un liquide jaune rougeâtre fortement acide, d'odeur désagréable qui rappelle celle de la saumure de harengs, et dans le réfrigérant un liquide jaune verdâtre.

C'est sur l'ensemble de ces liquides que porte la séparation. Une expérience pré-

liminaire nous ayant démontré que les arrière-produits s'altéraient fortement à la distillation même sous pression très réduite, en laissant un important résidu charbonneux, nous nous sommes arrêtés au mode opératoire suivant : on distille d'abord le produit dans une large cornue, au bain-marie dont la température est portée progressivement jusqu'à 100°, d'abord à la pression atmosphérique, puis sous le vide en recueillant les distillats dans des mélanges réfrigérants; le résidu de l'évaporation prolongée dans le vide à 100° est un liquide sirupeux rougeâtre, partiellement soluble dans l'eau; la solution aqueuse, évaporée dans le vide sec, laisse un liquide visqueux qui correspond à la composition $C^4H^8O^3$ et possède les propriétés de l'acide β-oxybutyrique; quant au résidu du traitement par l'eau, c'est une masse visqueuse brunâtre dont nous n'avons pas pu tirer parti.

Le produit distillé initial est soumis à des fractionnements répétés à la pression atmosphérique et sous le vide avec des appareils appropriés; la fraction 50°-60° est reconnue comme renfermant une forte proportion d'acétone, identifiée par ses propriétés caractéristiques (odeur, bisulfite, nitroprussiate, formation d'iodoforme); celle de 75° à 85° est un liquide jaune verdâtre qui, à première vue, paraît être un composé défini; mais en rapprochant sa composition élémentaire de son poids moléculaire déduit de sa densité de vapeur, nous avons reconnu qu'il y avait incompatibilité et par suite que nous devions avoir affaire à un mélange de corps aldéhydiques ou cétoniques (combinaison avec le bisulfite). Nous avons été conduits à considérer ce liquide comme un mélange de butanone $C^4H^8O$ (liquide distillant à 80°) et d'une dicétone, d'une butanedione, le biacétyle $C^4H^6O^2$ (liquide jaune verdâtre qui bout vers 88°); car, traité par KOH (qui détruit la butanedione), il passe ensuite incolore à la distillation; rectifié sur $CaCl^2$, il bout vers 80° et présente la composition et les propriétés de la butanone.

Ensuite de 105° à 106° distille un liquide fortement acide qui se sépare partiellement du précédent en deux couches superposées; l'analyse lui attribue la composition de l'acide acétique hydraté à 1$^{mol}$ d'eau $C^2H^4O^2 + H^2O$; nous avons isolé cet acide de son composé sodique et vérifié par les réactions caractéristiques que nous avions bien affaire à de l'acide acétique.

Les fractions distillant plus haut renferment encore d'autres acides, mais en moindre quantité; dans la fraction 135°-145°, nous avons trouvé un acide qui possède toutes les propriétés de l'acide propionique, ainsi qu'un composé cétonique distillant de 140° à 145° que nous n'avons pu identifier faute de quantité suffisante de matière; enfin, dans les arrière-produits fractionnés sous vide se rencontrent encore des acides dont la consistance est visqueuse et des corps cétoniques.

En résumé, dans l'action de l'effluve sur l'aldéhyde éthylique en présence de l'hydrogène, nous n'avons trouvé dans les produits condensés que de l'eau, des acides (acétique et homologues) et des corps cétoniques.

La formation des cétones et dicétones que nous avons identifiées s'explique par un mécanisme très simple :

$$2CH^3CHO = 2H + CO + CH^3COCH^3 \text{ propanone,}$$
$$3CH^3CHO = 4H + 2CO + C^2H^5COCH^3 \text{ butanone,}$$
$$2CH^3CHO = 2H + CH^3CO - COCH^3 \text{ biacétyle, etc.}$$

Celle des acides :

$$2(CH^3CHO) = C^2H^4 + CH^3CO^2H \text{ acide acétique},$$
$$4(CH^3CHO) = C^2H^4 + 2C^2H^5CO^2H \text{ acide propionique, etc.}$$

Suivant les conditions de l'effluvation, certaines de ces réactions peuvent être prépondérantes. Quant à l'eau formée, elle peut provenir d'une condensation des cétones avec formation d'oxyde de mésityle, phorone et homologues supérieurs, ou d'une destruction plus profonde de la molécule, telle que

$$CH^3CHO = H^2O + C^2H^2 ?$$

(on remarquera qu'il n'y a pas mise en liberté de charbon).

Cette manière d'envisager la formation des produits condensés de l'aldéhyde éthylique sous l'action des effluves est confirmée par la nature des produits gazeux formés : Hemptinne y a trouvé de l'hydrogène (20 pour 100), CO (41 pour 100), $CH^4$ (39 pour 100). Losanitsch a reconnu en plus la présence de l'éthylène. La formation de méthane s'explique facilement par une décomposition accessoire de l'aldéhyde avec production de corps exclusivement gazeux dans les conditions de l'expérience

$$CH^3CHO = CH^4 + CO.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de nitriles aromatiques.* Note de MM. F. **Bodroux** et F. **Taboury**, présentée par M. Troost.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 531), nous avons montré qu'on peut facilement obtenir les nitriles de formule

$$C^6H^5 - CHR - CN,$$

en faisant agir les éthers simples des alcools gras sur le dérivé monosodé du cyanure de benzyle en dissolution dans l'éther anhydre.

Au sein de ce dissolvant, les nitriles ainsi obtenus réagissent sur l'amidure de sodium avec dégagement d'ammoniac, et les dérivés organo-métalliques formés font double décomposition avec les hydrocarbures gras monohalogénés :

$$C^6H^5 - CHR - CN + Na - NH^2 = NH^3 + C^6H^5 - CNaR - CN,$$
$$C^6H^5 - CNaR - CN + R'X = NaX + C^6H^5 - CR'R - CN.$$

Nous avons préparé avec un rendement de 75 pour 100 environ :

1° Au moyen du phényl-2-butanenitrile et de l'iodure d'éthyle, l'*éthyl-2-phényl-*

2-*butanenitrile*

$$\begin{array}{c}\quad\quad\quad\quad\quad\quad C^2H^5\\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad |\\ CH^3-CH^2-C-CH\\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad |\\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad C^6H^5\end{array}$$

liquide incolore, bouillant entre 125°,5 et 127° sous 13$^{mm}$, entre 247° et 249° sous 752$^{mm}$;

$$d_{16,5}=0,957;$$

2° Au moyen du phényl-2-pentanenitrile et du bromure d'isobutyle, le *propyl-2-phényl-2-méthyl-4-pentanenitrile*

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & C^3H^7 & & \\ & & & & | & & \\ CH^3 - & CH & - & CH^2 - & C & - & CN\\ & | & & & | & & \\ & CH^3 & & & C^6H^5 & & \end{array}$$

liquide incolore, ne distillant pas sans décomposition à la pression ordinaire et passant entre 148° et 150° sous 15$^{mm}$; $d_{16}=0,932$.

Ces résultats étant obtenus, nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de préparer les nitriles de formule

$$C^6H^5-CR^2-CN$$

à partir du cyanure de benzyle en utilisant les réactions suivantes :

$$\begin{aligned}C^6H^5-CH^2-CN+2\,Na-NH^2 &= 2\,NH^3+C^6H^5-CNa^2-CN,\\ C^6H^5-CNa^2-CN+2\,R-X &= 2\,NaX+C^6H^5-CR^2-CN.\end{aligned}$$

L'expérience a répondu affirmativement.

Avec le dérivé disodé du cyanure de benzyle en solution éthérée :

1° L'iodure d'éthyle fournit l'*éthyl-2-phényl-2-butanenitrile* déjà décrit, mais ce composé est accompagné par une substance riche en azote, dont il est trop difficile de le séparer; aussi pour sa préparation la méthode précédemment indiquée est-elle préférable.

2° Le bromure de propyle fournit le *propyl-2-phényl-2-pentanenitrile*

$$\begin{array}{c}\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad C^3H^7\\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad |\\ CH^3-CH^2-CH^2-C-CN\\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad |\\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad C^6H^5\end{array}$$

liquide incolore bouillant entre 142°,5 et 145° sous 15$^{mm}$, entre 268° et 270° sous 758$^{mm}$;

$$d_{14}=0,940.$$

3° Le bromure d'isobutyle fournit le *méthyl-2²-propyl-2-phényl-2-méthyl-5-pen-*

*tanenitrile*

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & C^6H^5 & & \\ & & & & | & & \\ CH^3 - & CH & - CH^2 - & & C & - CN & \\ & | & & & | & & \\ & CH^3 & & & CH^2 & & \\ & & & & | & & \\ & & & & CH & - CH^3 & \\ & & & & | & & \\ & & & & CH^3 & & \end{array}$$

liquide incolore, distillant entre 152° et 155° sous $15^{mm}$; $d_{13} = 0{,}931$.

Ces deux derniers composés ont été obtenus avec un rendement de 60 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des hydracides sur les éthers glycidiques.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par A. Haller.

Les éthers glycidiques sont des corps saturés, mais l'existence dans leurs molécules d'une liaison oxydique en position $\alpha\beta$ leur donne une grande activité fonctionnelle; c'est ainsi qu'ils se combinent facilement aux hydracides, aux anhydrides d'acides organiques, à l'ammoniaque, aux hydrazines, etc.

Je me propose d'exposer ici les résultats auxquels je suis parvenu par l'action des hydracides sur les éthers glycidiques substitués de la série grasse dont j'ai donné, il y a déjà quelque temps, une méthode générale de préparation ([1]).

Lorsqu'on fait réagir à froid l'acide chlorhydrique sec sur une solution éthérée rigoureusement anhydre d'éther $\beta\beta$-diméthylglycidate d'éthyle, on observe une réaction immédiate qui s'accompagne d'un notable dégagement de chaleur.

Après avoir fixé un peu plus d'une molécule de HCl il suffit de chasser l'éther au bain-marie et de soumettre de suite le résidu à la distillation fractionnée dans le vide pour obtenir un liquide bouillant à 95°-100° sous $20^{mm}$ qui ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline fondant à 28°; par essorage suivi d'une fusion et d'une recristallisation ce point de fusion s'élève à 31°-32°.

Ce produit d'addition est un éther oxychloré de l'acide isovalérianique pouvant avoir l'une des deux formules de constitution suivantes :

$$\text{I.}\quad \begin{array}{l} CH^3 \quad Cl \quad OH \\ \quad \diagdown\diagup \quad \diagup \\ \quad\; C - CH - CO^2C^2H^5 \\ \quad \diagup\,\beta \quad\; \alpha \\ CH^3 \end{array} \qquad\qquad \text{II.}\quad \begin{array}{l} CH^3 \quad OH \quad Cl \\ \quad \diagdown\diagup \quad \diagup \\ \quad\; C - CH - CO^2C^2H^5 \\ \quad \diagup\,\beta \quad\; \alpha \\ CH^3 \end{array}$$

Ce que nous savons déjà sur l'action de HCl sur les acides glycidiques

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 1214.

monosubstitués peut, *a priori*, nous faire incliner vers la formule I; mais il m'a semblé nécessaire de démontrer cette formule d'une façon plus certaine; la présence d'un carbone tertiaire pouvant modifier profondément les propriétés de la molécule.

J'ai tout d'abord essayé la déshydratation de mon éther oxychloré. Je n'ai pu y parvenir même avec $P^2O^5$ en présence de benzène bouillant. Ce résultat négatif donne une grande probabilité à la formule I.

J'ai ensuite préparé par un autre procédé l'éther représenté par la formule II, afin de pouvoir le comparer avec mon éther oxychlorovalérianique. A cet effet, j'ai préparé l'acide α-chlor-β-oxyisovalérianique en fixant, conformément aux indications de Prentice [1], l'acide hypochloreux sur l'acide diméthylacrylique. Cet acide m'a permis d'obtenir par simple éthérification un éther ayant, sans doute possible, la formule II.

Or, ce corps est tout à fait différent de celui obtenu par l'action de HCl sur l'acide diméthylglycidique. Il est liquide (point d'ébullition 96°-98° sous $20^{mm}$), ne cristallise pas, même par amorçage avec un cristal de mon éther; de plus il se déshydrate facilement.

Je suis donc amené à conclure que l'action de HCl sur l'éther ββ-diméthylglycidique donne bien l'éther α-oxy-β-chlorisovalérianique.

C'est un corps cristallisé fondant à 31°-32°, distillant à 96°-98° sous $20^{mm}$, ayant une odeur désagréable, facilement soluble dans l'alcool et les liquides organiques. Traité par $1^{mol}$ d'éthylate de sodium en solution dans l'alcool absolu, il régénère de suite l'éther diméthylglycidique. Saponifié même par la quantité théorique de soude, il ne m'a pas été possible de préparer l'acide libre à cause de son peu de stabilité en solution alcaline et sa transformation immédiate en aldéhyde isobutylique.

Dans l'espoir de le transformer en éther diméthylpyruvique, je l'ai traité par la diéthylaniline, mais cette base s'est montrée sans action même à 200°. Ce résultat négatif prouve que dans la série grasse la forme glycidique est plus stable que la forme pyruvique.

L'action de HCl sur l'éther triméthylglycidique m'a permis de préparer dans les mêmes conditions un éther répondant à la formule

$$\begin{array}{l} CH^3 \quad Cl \quad OH \\ \quad \diagdown \diagup \quad \diagup \\ \quad\; C - C - CO^2C^2H^5 \\ \quad \diagup \quad\; \diagdown \\ CH^3 \qquad\quad CH^3 \end{array}$$

liquide bouillant à 104°-106° sous $21^{mm}$.

---

(1) *Liebig's Annalen der Chimie*, t. CCXCII, 1896, p. 272.

Avec l'acide bromhydrique les résultats sont tout à fait comparables; c'est ainsi qne j'ai préparé l'éther α-oxy-β-bromisovalérianique fondant à 21°-22° et distillant à 100°-105° sous $18^{mm}$.

Dans toutes ces réactions il est très important d'opérer en l'absence de toute trace d'eau si l'on veut éviter la formation d'éthers glycériques qui diminuent les rendements et gênent les purifications.

L'acide iodhydrique donne un résultat tout différent.

Lorsqu'on fait arriver HI anhydre dans une solution éthérée d'éther diméthylglycidique, il y a, dès le début, forte coloration du mélange par suite de la mise en liberté d'iode. Après avoir ajouté 2 HI pour $1^{mol}$ d'éther on agite avec une solution de $SO^3NaH$ pour fixer l'iode, la solution éthérée est ensuite évaporée et le résidu saponifié par un excès de NaOH alcoolique.

On obtient ainsi un acide solide fondant à 69°,5 que j'ai identifié avec l'acide diméthylacrylique. Il y a donc eu, dans cette expérience, simple réduction conformément à l'équation

$$\begin{array}{l}CH^3\\ \quad\diagdown\\ \quad\; C-CH-CO^2C^2H^5 + 2HI = \\ \quad\diagup\diagdown\diagup\\ CH^3\quad O\end{array}\quad\begin{array}{l}CH^3\\ \quad\diagdown\\ \quad\; C=CH-CO^2C^2H^5+I^2+H^2O.\\ \quad\diagup\\ CH^2\end{array}$$

Cette réaction est générale et permet par suite de transformer un acide glycidique en un acide non saturé en position αβ.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux nouveaux isomères de l'acide stéarolique*. Note de MM. **A. Arnaud** et **S. Posternak**, présentée par M. L. Maquenne.

Nous avons montré précédemment ([1]) que l'acide stéarolique se combine avec $1^{mol}$ HI pour donner naissance à un mélange de deux isomères monoiodélaïdiques fondant respectivement à 23°-24° et 39°. Le même acide fixe $2^{mol}$ HI, lorsqu'on fait passer un courant de gaz iodhydrique dans l'acide gras fondu jusqu'à saturation complète. Le produit de la réaction se présente sous forme d'une huile épaisse, très brune, qui peut être décolorée après dissolution dans l'éther par l'acide sulfureux.

Tandis que le dérivé monoiodhydrique fournit par réduction avec le zinc et l'acide acétique de l'acide élaïdique et par traitement avec la potasse

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CL, p. 1130.

alcoolique bouillante l'acide stéarolique primitif à l'état pur, le dérivé diiodhydrique donne par réduction de l'*acide stéarique* et par décomposition au moyen de la potasse alcoolique un mélange complexe dont nous avons pu isoler en plus de l'acide stéarolique primitif régénéré $T_{9,10}$ (¹) deux nouveaux isomères de cet acide avec triple liaison déplacée d'un carbone à droite et à gauche $T_{8,9}$ et $T_{10,11}$. A côté de ces produits cristallisés, nous y avons trouvé une substance huileuse monoiodée, représentant environ le tiers du poids du mélange et dont il était impossible d'enlever l'iode par la potasse alcoolique, même à 160° (²).

La séparation des isomères stéaroliques présente de grandes difficultés dues à leurs constantes physiques très rapprochées. Si nous y sommes arrivés, c'est surtout grâce à la méthode simple de production des dérivés diiodés d'addition des acides de la série stéarolique que nous avons décrite antérieurement (³) et à la cristallisation fractionnée de ces dérivés.

*Acide stéarolique* $T_{8,9}$. — Lamelles nacrées à contour de parallélogramme, solubles dans tous les dissolvants des acides gras. Point de fusion 47°,5. L'acide fondu et refigé sur l'eau a un aspect nettement cristallisé, sans qu'il soit cependant possible de discerner les éléments cristallins. L'acide stéarolique ordinaire laisse apparaître, dans les mêmes conditions, de grosses aiguilles prismatiques, réunies en groupements étoilés.

Oxydé par trois fois son poids d'acide azotique ($D = 1,52$), de façon à éviter la production de l'acide stéaroxylique, il fournit 30 pour 100 environ d'*acide subérique* $C^8H^{14}O^4$, fondant à 140°, ce qui fait placer la triple liaison entre le huitième et le neuvième carbone.

L'acide stéarolique $T_{8,9}$ fixe $2^{at}$ d'iode en liqueur acétique, en donnant l'*acide diiodo*-8.9-*élaïdique* $C^{18}H^{32}I^2O^2$ : aiguilles blanches, peu solubles dans l'alcool froid et fondant à 67°.

Par dissolution dans l'acide sulfurique concentré et précipitation avec de l'eau, il fournit le *céto*-9-*stéarique* $C^{18}H^{34}O^3$ : lamelles rhombiques, fondant à 74°,5.

*Acide stéarolique* $T_{10,11}$. Présente absolument le même aspect que son isomère précédemment décrit. Point de fusion 47°. Oxydé par l'acide nitrique dans les conditions indiquées plus haut, il fournit près de 30 pour 100 d'*acide sébacique* $C^{10}H^{18}O^4$, fondant à 130°-130°,5. La triple liaison se trouve donc entre le dixième et le onzième carbone.

---

(¹) La majuscule grecque T est employée ici comme abréviation du terme *triple liaison* par analogie avec le Δ, proposé par A. v. Bæyer pour désigner une liaison double.

(²) Il s'agit là très probablement d'un mélange des *acides monoiodoléiques* qui se sont formés par rotation de l'un de deux carbones chargés d'acide iodhydrique autour de leur axe commun pendant le traitement à la potasse.

(³) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 220.

Son dérivé diiodé d'addition est l'*acide diiodo*-10.11-*élaïdique* $C^{18}H^{32}I^2O^2$. Lamelles rectangulaires brillantes, plus facilement solubles dans l'alcool que l'isomère précédent. Point de fusion 45°. L'*acide céto*-11-*stéarique* $C^{18}H^{34}O^3$ cristallise en lamelles rhombiques, fondant à 73°,5.

Toutes ces propriétés des acides stéaroliques $T_{8,9}$ et $T_{10,11}$ et de leurs dérivés les distinguent nettement de l'acide stéarolique connu et de son isomère naturel, l'acide tariri que $T_{6,7}$.

Pour expliquer la formation de deux nouveaux isomères aux dépens du composé diiodhydrique, il est nécessaire d'admettre que les $2^{mol}$ HI se fixent sur la triple liaison de façon à placer les $2^{at}$ d'iode sur le même carbone, tantôt du côté du carboxyle, tantôt du côté opposé, phénomène que nous avons observé déjà pour les produits d'addition d'une molécule HI.

Il en résulte que le dérivé diiodhydrique qu'on soumet au traitement par la potasse alcoolique n'est pas un produit unique, mais un mélange de deux isomères diiodo-stéariques :

(1) $$CH^3-(CH^2)^8-CI^2-(CH^2)^7-COOH$$

et

(2) $$CH^3-(CH^2)^7-CI^2-(CH^2)^8-COOH.$$

La potasse alcoolique, pour enlever $2^{mol}$ HI, emprunte $2^{at}$ d'hydrogène aux groupements $CH^2$ qui se trouvent dans le voisinage immédiat du carbone iodé, à sa droite et à sa gauche, en donnant naissance, dans le cas de la formule (1), aux acides stéaroliques $T_{8,9}$ et $T_{9,10}$ et dans celui de la formule (2) aux acides $T_{9,10}$ et $T_{10,11}$.

Cette interprétation est corroborée par la possibilité de préparer isolément les deux acides diiodostéariques par saturation avec du gaz iodhydrique de chacun de deux isomères monoiodélaïdiques, mentionnés plus haut. En effet, l'isomère fondant à 23°-24° nous a donné *l'acide diiodo-9-stéarique* [formule (1)] qui, traité par la potasse alcoolique, a fourni un mélange des acides stéaroliques $T_{8,9}$ et $T_{9,10}$. Avec l'isomère fondant à 39°, nous avons préparé *l'acide diiodo-10-stéarique* [formule (2)] dont on a obtenu les acides stéaroliques $T_{9,10}$ et $T_{10,11}$.

De là on déduit pour les isomères monoiodélaïdiques eux-mêmes les formules de constitution

$$CH^3-(CH^2)^7-CH=CI-(CH^2)^7-COOH \quad \text{(acide fondant à 23°-24°)}$$

et

$$CH^3-CH^2)^7-CI=CH-(CH^2)^7-COOH \quad \text{(acide fondant à 39°).}$$

Les considérations que nous venons de développer ne sont pas spéciales à l'acide stéarolique, mais s'appliquent également aux autres acides de la même série. Elles ouvrent la voie à la préparation de nombreux isomères de ces acides si peu accessibles jusqu'à ce jour.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide hexahydrophénylglycolique.* Note de MM. **Marcel Godchot** et **Jules Frezouls**, présentée par M. Émile Jungfleisch.

Cette Communication a pour but de faire connaître l'acide hexahydrophénylglycolique — $C^6H^{11}.CHOH.CO^2H$. Nous avons réussi à obtenir ce nouveau composé en partant de l'aldéhyde hexahydrobenzoïque qui, par union avec l'acide cyanhydrique, fournit le nitrile hexahydrophénylglycolique; ce dernier, par saponification, donne l'acide correspondant.

Les recherches que nous poursuivions en vue de l'obtention de cet acide étaient sur le point d'être terminées, lorsque nous avons eu connaissance d'un récent travail sur le même sujet, publié par MM. Zélinsky et Schwedoff (1). Nous dirons de suite que nos résultats sont, comme nous le montrerons, différents de ceux obtenus par ces deux chimistes.

L'aldéhyde hexahydrobenzoïque, $C^6H^{11}.CHO$, point de départ de nos recherches, avait été obtenu antérieurement par Bouveault (2), MM. Sabatier et Mailhe (3), M. Zélinsky (4), M. Wallach (5). Nous avons adopté, pour sa préparation, le mode opératoire généralement usité qui consiste à oxyder par l'acide chromique, à basse température, l'alcool hexahydrobenzoïque, $C^6H^{11}.CH^2OH$, dissous dans l'acide acétique cristallisable; cet alcool était lui-même obtenu en faisant réagir le trioxyméthylène sur le bromure de cyclohexylmagnésium.

En préparant l'aldéhyde hexahydrobenzoïque, nous avons constaté sa facile polymérisation : une trace d'acide le transforme assez rapidement en un produit cristallisé en fines aiguilles, fusibles à 202°-203°, possédant la formule $(C^7H^{12}O)^3$. Ce fait avait été signalé antérieurement par Zélinsky et par Wallach.

Ayant remarqué les écarts existant entre les points de fusion de la semicarbazone de l'aldéhyde hexahydrobenzoïque indiqués successivement par Bouveault (176°), par M. Zélinski (173°-174°), par M. Wallach (167°-168°), nous avons préparé à nouveau cette semicarbazone et nous lui avons trouvé

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XLI, 1908, p. 2677.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, p. 1049.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 344.
(4) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XL, 1907, p. 3051.
(5) *Annal. der Chemie*, t. CCCXLVII, p. 333.

comme point de fusion 168°, chiffre qui concorde avec celui donné par Wallach.

*Nitrile hexahydrophénylglycolique :* $C^6H^{11}.CHOH.CN$. — On obtient ce composé en faisant agir, à la température ordinaire, une solution aqueuse et concentrée de cyanure de potassium (1 partie) sur la combinaison bisulfitique de l'aldéhyde hexahydrobenzoïque. On constate un léger échauffement, tandis qu'apparaît peu à peu une huile légèrement colorée. Au bout d'une heure, la réaction est terminée ; on extrait alors le composé huileux avec l'éther ordinaire ; après lavage à l'eau et dessiccation de la solution éthérée à l'aide du sulfate de sodium anhydre, on distille l'éther, ce qui fournit un résidu liquide constitué par le nitrile hexahydrophénylglycolique. Il est impossible de distiller ce produit; il est d'ailleurs suffisamment pur pour être traité directement.

*Hexahydrophénylglycolamide :* $C^6H^{11}.CHOH.CONH^2$. — Le nitrile, obtenu précédemment, se transforme lentement en amide hexahydrophénylglycolique au contact de l'acide chlorhydrique concentré. On maintient les deux corps en présence pendant 24 heures, à la température ordinaire, en agitant fréquemment. Le nitrile, qui surnage au début, disparaît lentement; on précipite ensuite par l'eau froide, ce qui provoque l'apparition d'une huile qui ne tarde pas à cristalliser peu à peu; on essore les cristaux qui sont soumis à plusieurs cristallisations dans l'éther ordinaire : l'hexahydrophénylglycolamide est ainsi obtenu dans un grand état de pureté. Analysé, il a fourni des chiffres satisfaisants. (Trouvé, C pour 100 : 61,01; H pour 100 : 9,65; N pour 100 : 9,36. Calculé pour $C^8H^{15}O^2N$, C pour 100 : 61,15; H pour 100 : 9,55; N pour 100 : 8,91.)

L'hexahydrophénylglycolamide se présente sous forme de feuilles nacrées, incolores, fusibles à 155°. Insoluble dans l'eau, il est très soluble dans l'alcool, l'éther ordinaire bouillant, l'acétone.

*Acide hexahydrophénylglycolique :* $C^6H^{11}.CHOH.CO^2H$. — Le composé amidé, décrit ci-dessus, peut servir à préparer l'acide correspondant : il suffit de le traiter soit par l'acide chlorhydrique concentré à 100°, soit par la potasse aqueuse à l'ébullition. Nous avons remarqué que le rendement en acide était notablement meilleur lorsqu'on employait l'alcali; dans le traitement acide, il se forme toujours une altération du produit avec apparition, en proportion notable, de composés de destruction. Voici comme il convient d'opérer : on maintient à l'ébullition, pendant 2 à 3 heures, une solution de potasse à 10 pour 100 renfermant l'amide en suspension; les cristaux disparaissent peu à peu; on acidifie, après refroidissement, par l'acide sulfurique dilué et l'on extrait à l'éther. La solution éthérée, après évaporation, abandonne un produit solide, qui est purifié par des cristallisations répétées dans l'éther ordinaire ou dans l'acétone. L'analyse élémentaire et le dosage acidimétrique du composé ainsi obtenu lui font attribuer la formule $C^6H^{11}.CHOH.CO^2H$. (Trouvé, C pour 100 : 60,33; 60,42; H pour 100 : 8,97; 9,07. Calculé pour $C^8H^{14}O^3$, C pour 100 : 60,75; H pour 100 : 8,85.) Les sels de sodium et d'argent, analysés également, nous ont fourni les chiffres suivants : Trouvé, Na pour 100 : 12,4; Ag pour 100 : 40,95; théorie, Na pour 100 : 12,77; Ag pour 100 : 40,75.

L'acide hexahydrophénylglycolique se présente sous la forme de belles aiguilles

prismatiques fusibles à 130°-131°, peu solubles dans l'eau ; 100 parties d'eau à 14° dissolvent 0,7 partie d'acide. Il est très soluble au contraire dans l'éther, l'alcool, l'acétone.

Zélinsky et Schwedoff ont décrit sous le nom d'acide hexahydrophénylglycolique un composé fusible à 166°, dont ils ne donnent qu'une seule analyse et qu'ils obtenaient en faisant agir l'acide chlorhydrique à chaud sur le nitrile correspondant. Nous pensons que ces chimistes ont dû avoir entre les mains soit un corps différent de l'acide hexahydrophénylglycolique, soit peut-être un mélange de cet acide et de l'amide. Le composé, obtenu par nous, recristallisé dans plusieurs dissolvants, a toujours fondu au même point 130°-131°.

L'acide hexahydrophénylglycolique, possédant un carbone asymétrique, est susceptible d'être dédoublé en ses isomères actifs; nous avons l'intention d'effectuer ce dédoublement et d'étudier certains dérivés de cet acide qui nous ont paru intéressants.

## CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide tartrique dans les matières premières naturelles.* Note de M. C. Beys, présentée par M. Gernez.

On sait l'importance économique que comporte un dosage précis de l'acide tartrique dans les composés que fournit, en quantités considérables, l'industrie vinicole. Jusqu'ici, aucune méthode n'est à l'abri de la critique : même le procédé Goldenberg et Géromont, classé pourtant parmi les meilleurs, peut, dans les conditions les plus courantes, comporter parfois des erreurs de plusieurs unités pour 100. La méthode, que je résume ici et qui sera indiquée plus en détail dans un autre recueil, m'a, au contraire, donné, dans les cas les plus variés, des résultats très satisfaisants.

On chauffe 30 minutes, au bain-marie, $1^g$-$2^g$ du composé analysé avec son poids d'acide sulfurique dilué au $\frac{1}{20}$. Après refroidissement, on ajoute, peu à peu, $5^{vol}$ d'alcool, puis $10^{vol}$ d'éther. Le mélange trouble s'éclaircit rapidement; on filtre et on lave avec le même volume d'éther et d'alcool (à 2 pour 1). Le liquide filtré, qui renferme l'acide tartrique, est neutralisé, à la phénolphtaléine, avec une solution de potasse dans l'alcool à 90°; on ajoute ensuite un excès ($5^{cm^3}$-$10^{cm^3}$) de la même solution pour saponifier les éthers tartriques possibles; puis on amène à 38° et, après refroidissement, on décante facilement le liquide A du précipité formé B, très adhérent au récipient.

Le liquide A, acidulé par un fort excès d'acide acétique glacial, précipite le peu d'acide tartrique contenu, à l'état de bitartrate de potassium bien cohérent, qui est filtré et lavé complètement à l'alcool à 96°.

Le précipité B, additionné de $12^{cm^3}$-$15^{cm^3}$ d'eau et chauffé à l'eau bouillante, donne une solution homogène et chaude, qui reçoit $5^{cm^3}$ d'acide acétique glacial. Après 5 minutes d'agitation, on complète (à $3^{mg}$-$5^{mg}$ près) la précipitation commencée de bitartrate de potassium, en additionnant d'alcool fort, jusqu'à une proportion de

65 pour 100; celui-ci empêche, de plus, les entraînements d'impuretés salines (malates, pectates, etc.). Le mélange, bien agité, est filtré au bout de 1 heure. On lave à fond le précipité à l'alcool à 65°, puis à 96°, et on le dissout, avec le précipité donné par A, dans l'eau bouillante. Cette solution de sel acide est finalement titrée à la phtaléine, en employant les précautions indiquées pour la méthode Goldenberg et Géromont [1].

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage des trois méthylamines et de l'ammoniaque mélangées.* Note de M. J. **Bertheaume**, présentée par M. Émile Jungfleisch.

Dans des Notes précédentes [2], nous avons montré, M. François et moi, l'imperfection des méthodes appliquées à la séparation quantitative des méthylamines et de l'ammoniaque mélangées. Il nous reste à étudier, dans le même ordre d'idées, le procédé de Bresler [3] pour la séparation, par le chloroforme, du mélange de ces bases en deux groupes et le procédé du même auteur pour le dosage de l'ammoniaque et de la monométhylamine. Enfin, nous proposerons une méthode exacte et complète.

D'après Bresler, en épuisant un mélange sec des chlorhydrates des quatre bases par le chloroforme, on les sépare en deux groupes: d'une part, les chlorhydrates insolubles d'ammoniaque et de monométhylamine; d'autre part, les chlorhydrates solubles de diméthylamine et de triméthylamine. J'ai vérifié la rigoureuse exactitude de ces faits, en traitant par le chloroforme des sels purs et bien desséchés. Le chlorhydrate de monométhylamine avait été préparé par l'acétamide bromé, celui de diméthylamine par la nitrosodiméthylaniline, celui de triméthylamine par la distillation sèche de l'oxyde de tétraméthylammonium. Les chlorhydrates d'ammoniaque et de monométhylamine sont en effet complètement insolubles dans le chloroforme, à condition que celui-ci soit exempt de toute trace d'eau ou d'alcool. Les chlorhydrates de diméthylamine et de triméthylamine s'y dissolvent totalement et avec facilité. Le fait est encore exact, lorsqu'on opère sur des mélanges en proportions connues des chlorhydrates purs. Pour doser, dans la partie insoluble, l'ammoniaque et la monométhylamine, Bresler transforme, après évaporation du dissolvant, leurs chlorhydrates en sulfates qu'il traite par l'alcool bouillant. Le sulfate de monométhylamine doit s'y

---

(1) *Ricerche eseguite nel laboratorio di Chimica agraria della R. Scuola superiore d'Agricultura di Milano*, 1908, p. 121.

(2) Maurice François, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1284. — Jean Bertheaume, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1215, et t. CL, 1910, p. 1063.

(3) Bresler, *D. deut. Zucker*, nos 42 et 43, 1900, p. 1593 et 1627, et *Ann. Ch. anal.*, t. VI, 1901, p. 28.

dissoudre, le sulfate d'ammoniaque rester insoluble. D'après mes expériences, la solubilité extrêmement faible du sulfate de monométhylamine dans l'alcool, qui a été d'ailleurs mise à profit par Duvillier et Buisine ([1]) pour la séparation de cette base, rend impraticable cette dernière opération.

Nous allons maintenant passer à l'établissement d'un procédé définitif. Pour cela, nous utiliserons d'abord la méthode de séparation en deux groupes par action du chloroforme sur les chlorhydrates. Pour le dosage de l'ammoniaque et de la méthylamine dans la partie insoluble, nous emploierons le procédé de M. François ([2]).

L'oxyde jaune de mercure, en milieu alcalin, se combine avec l'ammoniaque pour former l'oxyde ammonio-mercurique insoluble, d'où l'on régénère l'ammoniaque pour la doser. La diméthylamine reste seule dans la solution; on l'en retire par distillation. J'ai vérifié par de très nombreux dosages la valeur de cette méthode et constaté son absolue exactitude.

Enfin, pour doser dans la partie soluble, la diméthylamine et la triméthylamine, nous aurons recours à un procédé nouveau, basé sur les propriétés des periodures.

J'ai montré, dans une Note précédente ([3]), combien était grande l'insolubilité des periodures de ces amines, et en particulier du periodure de triméthylamine. Tandis que le chlorhydrate de diméthylamine cesse de précipiter à 0°, par l'iode ioduré, à partir de la dilution 1 pour 1000; le chlorhydrate de triméthylamine, au contraire, précipite encore en solution au $\frac{1}{50000}$ et même moins. J'ai donc pensé qu'on pourrait, en se tenant dans ces limites, opérer la séparation analytique de ces deux bases. L'expérience a confirmé cette opinion. J'ai vérifié que la triméthylamine, en solution chlorhydrique très étendue ($\frac{1}{50000}$), était totalement précipitée; elle peut être régénérée par distillation puis dosée alcalimétriquement.

D'autre part, la diméthylamine ne précipitant pas pour la dilution indiquée plus haut, on comprend qu'il soit possible de séparer quantitativement les deux bases et de régénérer des eaux mères la diméthylamine. J'ai contrôlé ces faits par une série de dosages sur des mélanges connus de chlorhydrates de diméthylamine et de triméthylamine; les résultats obtenus ont été très satisfaisants. Les erreurs observées ne dépassent pas 1 pour 100, sauf dans les cas extrêmes où l'on cherche à doser une partie de l'une des bases en présence de 100 de l'autre.

Nous résumerons ci-après la marche générale à suivre pour le dosage des trois amines et de l'ammoniaque mélangées, que nous supposerons amenées à l'état de chlorhydrates.

---

([1]) E. Duvillier et A. Buisine, *Comptes rendus*, t. LXXXIX, 1879, p. 710.

([2]) M. François, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 857.

([3]) J. Bertheaume, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1063.

Les chlorhydrates ($1^g$ à $2^g$ environ), desséchés à 110° dans un tube bouchant à l'émeri, sont pesés exactement. On les dissout dans une petite quantité d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et l'on mélange exactement cette solution avec $20^g$ au moins de sable quartzeux. Après dessiccation parfaite dans le vide sur l'acide sulfurique, le mélange est introduit rapidement dans une petite allonge en verre, bien sèche, dont la douille est garnie d'un tampon de coton de verre, et lixivié avec du chloroforme chaud, jusqu'à ce qu'on n'observe plus aucun résidu par évaporation de quelques gouttes du dissolvant. Le soluté chloroformique est évaporé à siccité et, le résidu salin étant pesé, on le dissout dans 2000 fois son poids d'eau distillée. On prélève $200^{cm^3}$ à $300^{cm^3}$ au plus de cette solution qu'on refroidit à 0° et l'on y ajoute, par $100^{cm^3}$, une quantité minima de $30^{cm^3}$ d'un réactif iodo-ioduré, refroidi également à 0° et ainsi composé :

(I : 127 — KI : 150 — $H^2O$ : quantité suffisante pour $1000^{cm^3}$).

Après 1 heure de contact à 0°, les cristaux de periodure de triméthylamine sont séparés à la trompe, dans un entonnoir en verre dont la douille est garnie d'un tampon de coton de verre fortement tassé ; on les essore et on les lave avec $4^{cm^3}$ à $5^{cm^3}$ d'un mélange froid d'une partie de réactif iodo-ioduré pour trois parties d'eau. On les dissout au moyen d'une solution de sulfite de soude neutre et l'on distille avec de la soude en excès, dans un appareil de Schlœsing. Par un titrage alcalimétrique, en présence de tournesol d'orcine, on obtient la triméthylamine. Les eaux mères de ces cristaux, traitées de la même façon, donneront la diméthylamine. Le résidu insoluble dans le chloroforme est débarrassé de ce dissolvant par dessiccation à l'étuve, puis lixivié à l'eau chaude, jusqu'à ce qu'on n'ait plus aucune réaction avec le réactif de Nessler ou le nitrate d'argent dans les eaux de lavage.

Sur la solution ainsi obtenue, on opère la séparation de l'ammoniaque et de la monométhylamine par la méthode de M. François [1], à l'oxyde jaune de mercure.

BOTANIQUE. — *Études sur la biologie de la truffe mélanospore* (Tuber melanosporum *Vitt.*). Note de M. G. **Boyer**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Malgré de multiples recherches dont je ne ferai pas ici l'historique, le mode de formation de la truffe mélanospore n'est pas encore parfaitement élucidé. L'évolution même du tubercule une fois produit n'a pas été décrite d'une manière précise par les auteurs qui s'en sont occupés tels que : Tulasne (*Fungi hypogœi*), Chatin (*la Truffe*), etc.

En présence de ces lacunes, j'ai résolu de pratiquer des fouilles dans les truffières, et cette étude, poursuivie patiemment depuis plusieurs années

(1) M. François, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 857.

dans la Dordogne et spécialement chez le Dr Pradel de Sorges, m'a permis d'apporter quelque clarté dans une étude difficile à plus d'un égard.

J'ai pu notamment déterminer l'époque d'apparition et le mode de développement du tubercule.

J'ai indiqué ailleurs les raisons qui militent en faveur de la production hivernale de *Terfezia Leonis* Tul. (1), et de la formation printanière de *Tuber æstivum* Witt (2). Pour ce qui concerne la truffe mélanospore ou truffe du Périgord, qui nous intéresse plus particulièrement, les jeunes tubercules que j'ai trouvés l'ont toujours été au plus tôt en juillet. Il en apparaît aussi au mois d'août. J'ai eu la bonne fortune de rencontrer le 4 août 1909 une jeune truffe dont le poids total à l'état frais n'atteignait que $5^{cg}$. Jamais, à ma connaissance, aussi petite truffe n'avait été signalée. Ce précieux échantillon, ainsi que d'autres un peu plus volumineux trouvés en juillet, août et septembre, m'ont permis de rectifier l'assertion de Tulasne (*Fungi hypogæi*, p. 59) d'après laquelle « les jeunes truffes sont de toutes parts enveloppées d'un feutre parfaitement blanc, très dense, de $1^{mm}$ à $3^{mm}$ d'épaisseur, et dont les fils constitutifs se prolongent ou s'étendent çà et là autour du champignon sous la forme de filets déliés ou celle de flocons mal définis » (voir *Pl. III*, *fig.* 2 et *Pl. XIX*, *fig.* 15). Rien de semblable n'existe autour des jeunes truffes que j'ai rencontrées, bien que beaucoup d'entre elles fussent plus petites que celles de Tulasne qui, dit-il, « ne dépassaient guère le volume d'une noix ». La truffe de $5^{cg}$ que j'ai récoltée est du volume d'un très petit pois. J'ai d'ailleurs pu observer des truffes de toutes les dimensions depuis ce minime volume jusqu'à celui d'une orange.

Les jeunes tubercules recueillis par moi en juillet et en août sont complètement blancs à l'intérieur, mais ils sont revêtus d'un péridium verruqueux. Les verrues déjà noires sont séparées par des dépressions de couleur blanc rougeâtre.

A l'encontre de ce que décrit Tulasne, aucun de ces tubercules ne paraissait à première vue entouré d'une gaine blanche, ni même en adhésion avec aucun mycélium. Toutefois un examen attentif permet d'apercevoir, avec l'aide du microscope, dans les anfractuosités du péridium, quelques minces fragments mycéliens isolés, d'environ $3^{\mu}$ d'épaisseur qui, partant

---

(1) G. Boyer, *Sur une espèce de* Terfezia *récoltée en Tunisie par M. le professeur Devaux* (*P.-V. Soc. Lin. de Bordeaux*, 5 mai 1909).

(2) G. Boyer, *Sur deux espèces de* Morchella *et une espèce de* Tuber (*T. æstivum*) *trouvées au début d'avril* 1909 (*P.-V. Soc. Lin. de Bordeaux*, 21 avril 1909).

de la gleba, semblent se rattacher à des cordons de mycélium eux-mêmes très déliés qui rampent dans le sol.

Certains champignons, les Morilles d'après M. Matruchot [1], le *Scleroderma verrucosum* Bull. var. *spadiceum* Schœf., d'après mes propres constatations, sont en relation par leur mycélium avec certains mycorhizes des arbres. Il semble bien en être de même pour la truffe et, de fait, les racines des arbres truffiers présentent toujours semblables productions [2] en abondance.

Que deviennent les jeunes truffes une fois formées? De mes recherches il résulte qu'elles grossissent peu à peu pendant la belle saison. Leur développement ne s'arrête qu'aux premiers froids, époque à laquelle la maturité commence à se produire. Il est surtout provoqué par les pluies d'été et d'automne après lesquelles le grossissement rapide des tubercules soulève la terre qui les surmontent. Vienne ensuite un temps sec et chaud et aux mêmes endroits la terre se fend, produisant ce qu'on appelle les *marques*.

Voici un exemple des mensurations que j'ai faites : dimensions d'une truffe suivant deux diamètres, toujours les mêmes, le plus grand et le plus petit : Le 4 septembre 1908 : $1^{cm},6$ sur $2^{cm},2$; le 23 octobre : $2^{cm},5$ sur $3^{cm},2$; le 6 décembre : $3^{cm},4$ sur $4^{cm},1$.

A mesure que la maturation se produit, les verrues d'abord peu prononcées, se développent; le péridium s'épaissit et se fonce, la gleba d'abord blanche acquiert des veines grises, puis noires lorsque les spores sont mûres.

D'où viennent les sucs nutritifs qui permettent ce grossissement progressif de la truffe? Le tubercule tire-t-il sa nourriture de la terre fortement agrégée qui l'entoure? Il ne semble pas qu'il en soit ainsi, car ayant à plusieurs reprises déplacé des truffes, j'ai constaté qu'elles ont cessé de croître à partir de ce moment, malgré toutes les précautions que j'ai pu prendre, telles que arrosage immédiat, etc.

En prévision de ce résultat, j'avais eu soin, dans les mensurations que j'ai indiquées précédemment, de ne découvrir que la moitié supérieure des tubercules sans déranger ceux-ci. Il est probable qu'en déplaçant les truffes on brise les fragiles attaches mycéliennes issues des tubérhizes par où elles se nourrissent. Même résultat a été obtenu avec divers champignons,

(1) Matruchot, *Etudes sur la Morille* (journal *La culture des champignons comestibles*, novembre 1909, p. 451).

(2) M. Mattirolo leur donne très justement le nom de *tubérhizes* : voir O. Mattirolo, *I Tartufi*, 1909, p. 13 (*Rev. Accademia d'Agricoltura di Torino*).

Amanites, Russules, etc., qui, déplacées même avec adhésion d'une certaine quantité de terre à leur pied, ont cessé de grossir d'une manière appréciable à partir de leur transplantation.

De mes recherches il résulte que tout tend à prouver que la truffe mélanospore est en relations étroites avec les racines des arbres dits *truffiers*. L'appareil fructifère une fois formé présente une croissance et une matu ration lentes, pouvant s'étendre depuis le début de l'été jusqu'à la fin de l'hiver, ce qui différencie la truffe de beaucoup d'autres champignons.

BOTANIQUE. — *Sur les* Strychnos *de l'Asie Orientale*. Note de M. **Paul Dop**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La classification du genre *Strychnos* repose sur la longueur du tube de la fleur. Dans un premier groupe, le tube de la corolle est plus court que le calice ou presque nul (fleurs brévitubes); dans un second groupe, le tube est plus long que le calice, mais inférieur ou égal à la longueur des lobes de la corolle (fleurs intermédiaires); enfin, dans un dernier groupe, le tube de la corolle est plus long que les lobes (fleurs longitubes).

J'étudierai successivement la distribution de ces trois groupes dans l'Asie Orientale continentale d'après les matériaux de l'Herbier du Muséum, dont l'étude m'a été confiée par M. le professeur Lecomte et qui renferme un certain nombre d'espèces nouvelles qui seront décrites dans un prochain travail.

Strychnos *à fleurs brévitubes*. — Dans ce groupe, les formes à ovaire glabre et à ovaire velu se séparent nettement. Les premières, *S. micrantha* Thw., *S. Dalzellii* Clarke, *S. Berthami* Clarke et *S. Rheedei* Clarke, sont localisées dans la péninsule du Deccan et l'île de Ceylan. Les formes à ovaire velu, *S. acuminata* Wall., *S. hypogyna* Clarke, *S. Maingayi* Clarke, habitent, au contraire, le Ténasserim, les îles Andamans et la péninsule Malaise. Il n'y a d'exception que pour *S. colubrina* Linn. qui vit au Deccan et dont l'ovaire n'est d'ailleurs velu que dans sa partie supérieure.

Strychnos *à fleurs intermédiaires*. — Ce groupe est localisé dans la région indochinoise et la péninsule malaise, exception faite du *S. axillaris* Colebr. du Bengale. La Chine ne paraît posséder que deux espèces subtropicales de l'île de Hong-Kong : *S. augustiflora* Benth., et *S. paniculata* Champ. Dans la Cochinchine, ce groupe subtropical a un représentant *S. polyantha* Pierre mss. sp. n. qui ne me paraît être qu'une forme géographique du *S. paniculata* Champ. Par contre, les formes malaises sont fréquentes en Indo-Chine : *S. pubescens* Clarke, *S. laurina* Wall., *S. Ridleyi* King et Gamble. Ces trois espèces, très communes dans la péninsule malaise (King et Gamble, *Mat. Fl. Malayan Peninsula*, t. XIX, 1907) habitent généralement la Co-

chinchine et même les deux premières remontent dans le haut Laos jusqu'au 19$^e$ parallèle.

Strychnos *à fleurs longitubes*. — La distribution de ce groupe est plus inégale; *S. potatorum* L. f. habite le Deccan et la Birmanie, *S. Tieuté* Lesch. la Malaisie; mais ces deux formes ne sont pas connues en Indo-Chine. Par contre *S. Nux-vomica* L. existe dans l'Inde, le Ténasserim et l'Indo-Chine. La forme type et la variété *oligosperma* v. n. caractérisée par une baie à 3-4 graines, sont spéciales à la Cochinchine; la variété *grandifolia* v. n. à feuilles très larges et arrondies, souvent pubescentes à la face inférieure sur les nervures, remonte dans le Haut-Laos jusqu'à Luang-Prabang. L'Indo-Chine possède, en outre, d'autres formes très voisines, dérivées peut-être du *S. Nux-vomica* L. Ce sont *S. rupicola* Pierre mss. sp. n., à petites fleurs du Cambodge et *S. Gauthierana* Pierre mss. sp. n., du Tonkin. Cette dernière espèce, voisine du *S. Tieuté* Lesch., qui, par suite sans doute d'une erreur d'échantillon, a été rapportée par Clarke (*Fl. Br. India*, t. IV, 1885) au *S. Malaccensis* Beuth., est au contraire tout à fait distincte. Enfin *S. Wallichiana* Beuth. de l'Assam possède au Laos une forme affine nouvelle, *S. Spireana* sp. n.

Ces quelques faits relatifs à la distribution des *Strychnos* accusent nettement le caractère mixte de la flore d'Indo-Chine composée d'une part d'éléments indiens et chinois et de l'autre d'éléments malais.

Parmi les espèces nouvelles, mais insuffisamment connues, de l'Herbier du Muséum, existe un *S. Thorelii* Pierre mss. sp. n., de Birmanie et de Cochinchine, qui présente un fruit drupacé monosperme à endocarpe ligneux et bivalve alors que le fruit des *Strychnos* est une baie. Ce caractère n'apparaît pas brusquement dans cette espèce, car les fruits de *S. paniculata* Champ. et de *S. putescens* Clarke, offrent aussi un endocarpe dur quoique très mince. D'autre part le *S. Thorelii* est un véritable *Strychnos* par ses feuilles et sa structure, et en particulier par les îlots de liber périmédullaire. Il y a lieu de le considérer simplement comme un intermédiaire entre les Strychnées à baie et les Strychnées à drupe comme les *Couthoria* des îles du Pacifique, de la Nouvelle-Calédonie et des Célèbes, qui ont d'ailleurs la même organisation florale que les *Strychnos*.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le poids relatif du cœur et l'effet des grandes altitudes. Étude comparative sur deux espèces de Lagopèdes habitant l'une les Hautes-Alpes, l'autre les plaines de la Laponie.* Note de M. **J. Strohl**, transmise par M. Yves Delage.

Le poids relatif du cœur est en rapport direct avec les dépenses énergétiques d'un animal, du moins dans les limites où règne l'omœothermie

(R. Hesse, 1906). Il n'est, par conséquent, nullement étonnant de constater que le cœur des Oiseaux présente en général un poids relativement beaucoup plus que celui des Mammifères (Parrot, 1893).

Ayant rencontré des cœurs particulièrement grands chez des Lagopèdes ou poules de neige, il me semblait permis d'admettre un rapport quelconque avec l'habitat spécial de ces oiseaux. Afin de vérifier si, en effet, l'altitude pouvait être pour quelque chose dans la grandeur du cœur, j'entrepris de comparer entre elles les deux espèces de Lagopèdes habitant l'une la région des Hautes-Alpes (*Lagopus alpinus* ou *Lagopus mutus*), l'autre les plaines septentrionales de notre continent (*Lagopus lagopus* ou *Lagopus albus*). Ces deux espèces ne diffèrent que fort peu entre elles. Le Lagopède des plaines est quelque peu plus grand que celui des hautes montagnes. Quant au squelette, on n'arrive à distinguer les deux espèces que tout juste, grâce au métacarpe et au tarso-métatarse. Leur vie, leur vol, leur cri sont aussi pareils. Le Lagopède des plaines semble toutefois plus vif. Il vole plus loin et plus souvent. De tout cela (grandeur diverse, vivacité plus grande) il a été tenu compte, mais les différences ne sont pas telles qu'elles peuvent entrer sérieusement en ligne de compte. Et si même cela était le cas, ces facteurs ne pourraient avoir de répercussion que sur la grandeur du *cœur entier*, laquelle précisément ne constitue pas le phénomène essentiel, comme nous allons le voir.

Seuls ont été considérés des individus peu endommagés par le plomb ou le piège et ayant, sans exception, un cœur entièrement intact. Les Lagopèdes alpins provenaient tous d'une hauteur de $2000^{m}$-$3000^{m}$; ceux de la plaine étaient originaires d'un endroit en Laponie situé à environ $600^{m}$. La préparation et la dissection du cœur ont été faites méticuleusement. J'enlevai successivement les vaisseaux cardiaques, les valvules, la graisse de la région atrioventriculaire, puis les proventricules; enfin, avec des soins particuliers, je détachai le ventricule droit et le septum, obtenant ainsi comme reste le ventricule gauche. Proventricules, ventricules et septum furent débarrassés de tout sang coagulé, puis pesés ensemble et séparément. Afin de trouver le rapport existant entre la masse du cœur et celle du corps, j'établissais les valeurs pour 1000 du cœur et de ses parties par rapport au poids du corps, soit tant et tant de parts de cœur ou de ventricule sur 1000 parts de corps. On calcule d'une façon analogue la valeur des deux ventricules par rapport au cœur entier, et enfin celle du ventricule droit par rapport au ventricule gauche.

Les chiffres ainsi obtenus nous montrent d'abord nettement une augmentation de la masse totale du cœur chez l'espèce habitant les Hautes-Alpes. En effet le poids relatif du cœur est *en moyenne* de 11,08 pour 1000 dans la plaine, 16,30 pour 1000 dans les Hautes-Alpes. Il y aurait donc chez le

Lagopède alpin par rapport au Lagopède des plaines une *hypertrophie fonctionnelle du cœur*. Cette augmentation de masse n'est toutefois pas répartie d'une façon égale sur toutes les parties du cœur. L'hypertrophie est asymétrique en ce sens qu'elle est beaucoup plus forte chez le ventricule gauche. L'augmentation du ventricule droit dans les Hautes-Alpes dépasse celle du ventricule gauche en moyenne de $\frac{7}{10}$, soit de près du double, et en certains cas extrêmes même de plus de trois fois [1]. La valeur du ventricule droit dans la plaine et dans les hautes montagnes peut être représentée par les chiffres suivants qui constituent une moyenne :

$$0,347 : 0,562.$$

En un cas extrême, ce rapport a été de

$$0,260 : 0,700.$$

A n'en pas douter l'augmentation du petit ventricule ou ventricule droit est beaucoup plus marquée que celle du grand ventricule gauche.

La raison de cette *hypertrophie dextroventriculaire* ne peut être cherchée que dans une résistance plus grande rencontrée par le sang dans la circulation pulmonaire. Rappelons d'abord qu'un phénomène analogue a été constaté par Grober (1907 et 1908) qui a comparé entre eux des lièvres domestiques et des lièvres sauvages, des canards domestiques et des canards sauvages. Les deux fois, l'espèce sauvage présentait une hypertrophie dextroventriculaire par rapport à l'espèce domestique. Pour les lièvres, Grober a admis comme cause une espèce d'emphysème pulmonaire, un gonflement d'air dans les tissus du poumon résultant d'un travail musculaire plus grand et constituant une augmentation de résistance dans la circulation pulmonaire. Cette explication paraissait à Grober inapplicable aux Oiseaux, vu le manque d'élasticité de leurs poumons. Soum (1896) ayant toutefois démontré que l'élasticité du poumon des Oiseaux n'est nullement négligeable, il semble permis d'étendre aux canards l'explication trouvée bonne pour les Mammifères.

On pourrait, à première vue, alléguer la même cause pour expliquer l'hypertrophie constatée chez les Lagopèdes des Hautes-Alpes, le terrain escarpé devant entraîner un travail musculaire plus intense. Mais cette

---

(1) Voir pour plus de détails mon Mémoire paraissant sous peu dans le premier fascicule du premier Volume de la partie physiologique des *Zoologische Jahrbücher* publiés par le professeur J.-W. Spengel.

explication ne paraît aucunement satisfaisante. En effet, les Lagopèdes des hautes montagnes se meuvent plutôt moins que ceux des plaines et en tout cas se tiennent dans des districts relativement restreints. Tout pousse à chercher la cause du phénomène cardiaque dans la circonstance qui représente la différence essentielle entre les deux espèces, c'est-à-dire le séjour à une altitude sensiblement différente. En ce cas toutefois, la théorie basée sur un prétendu manque d'oxygène n'expliquerait rien du tout; car, même en admettant que ce manque soit compensé par un passage plus fréquent du sang dans le poumon, l'augmentation de travail qui s'ensuivrait pour le cœur serait générale, s'étendrait à la circulation entière et par cela même concernerait le ventricule gauche au même degré que le ventricule droit. L'explication la plus plausible devra plutôt être celle d'un *effet mécanique de la diminution de la pression barométrique*. Celle-ci, selon la théorie développée par Kronecker (1903), entraîne tout juste une espèce de stagnation du sang dans les capillaires pulmonaires et réclame donc une force plus grande pour le seul courant pulmonaire, soit une augmentation de travail du ventricule droit.

Il s'agirait donc d'une hypertrophie compensatrice, pour la distinguer de l'hypertrophie de travail. Cette hypertrophie dextro-ventriculaire compensatrice apparaît comme une adaptation spécifique au séjour dans la haute montagne. Comme telle, elle semble même devoir être un caractère acquis par sélection naturelle et transmis par voie d'hérédité; en effet, un tout jeune Lagopède provenant d'une altitude de 3000$^{m}$ la présentait au même degré déjà que les adultes, tandis que le poids relatif du cœur entier correspondait encore à celui des Lagopèdes de la plaine. L'augmentation du cœur entier, son hypertrophie générale serait, par conséquent, un caractère acquis seulement au cours de la vie individuelle et se distinguerait en cela aussi de l'hypertrophie de l'altitude.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Décomposition du chloroforme dans l'organisme.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. A. Dastre.

Dans une série de travaux publiés en 1906-1907 et réunis en un volume paru en 1908 [1], j'ai rapporté un certain nombre de recherches relatives

(1) Maurice Nicloux, *Les anesthésiques généraux au point de vue chimico-physiologique*. 1 vol. 213 p., 30 fig.; 1908. Paris, O. Doin, éditeur.

à l'étude des anesthésiques généraux, considérée au point de vue chimico-physiologique.

Un des points qui ressort nettement de l'ensemble de ces recherches, c'est le fait de l'imprégnation profonde de tous les tissus par l'anesthésique. Le chloroforme obéit à cette loi générale, et ainsi il y a lieu de se demander si cette fixation par les tissus n'est que temporaire, si le chloroforme, qui produit au moment de l'anesthésie tous les phénomènes que l'on sait, est éliminé en totalité par la suite, s'il ne fait que *passer*, en définitive, dans l'organisme; ou si, au contraire, il subit au sein de ces mêmes tissus une décomposition plus ou moins grande. C'est cette étude dont j'apporte aujourd'hui les résultats.

*Principe des expériences.* — Dans un vase clos, en l'espèce une grande cloche de verre de $35^l$, et où se trouve un animal (chien), on fait circuler de l'air chargé de vapeur de chloroforme, de manière à obtenir une anesthésie de 30 minutes environ, puis de l'air pur. On détermine la *quantité totale* de chloroforme qui *entre* dans la cloche et la *quantité totale* de chloroforme qui en *sort* (¹). La comparaison des deux nombres permet d'être immédiatement fixé sur le sort du chloroforme dans l'organisme.

Une seconde méthode consiste à faire ingérer une quantité connue de chloroforme sous forme d'eau chloroformée, puis à placer l'animal dans le même appareil, en vue de déterminer la quantité totale de chloroforme éliminé. La comparaison de ces deux quantités permet de calculer la proportion décomposée.

Le principe de ces expériences est, on le voit, extrêmement simple. Sa réalisation présente toutefois une réelle difficulté. Il faut, en effet, faire circuler autour de l'animal (chien de $3^{kg}$ à $5^{kg},500$) un volume d'air considérable, $80^l$ à $100^l$ à l'heure pour que sa respiration ne soit nullement troublée, mais de ce fait le chloroforme rejeté par le poumon se trouve dilué dans des volumes d'air relativement énormes, si bien qu'à la fin de l'élimination, sa proportion n'atteint que quelques milligrammes par $100^l$ d'air. Le problème se trouve donc ramené *à arrêter et à doser la vapeur de chloroforme dans l'air quelle que soit sa dilution, cet air circulant dans les appareils absorbants avec un débit de* $80^l$ *à* $100^l$ *à l'heure*. Voici comment j'y suis parvenu.

---

(¹) Il est nécessaire, tout naturellement, de laisser l'animal dans la cloche aussi longtemps qu'il n'élimine plus de chloroforme. Ce temps est variable avec les animaux, il est de 36 heures environ et peut s'élever à 48 heures. L'urine est recueillie et le chloroforme dosé; la quantité éliminée par cette voie est d'ailleurs absolument négligeable.

Les gaz provenant de la cloche, appelés par une trompe, circulent d'abord dans un barboteur, genre Villiers (simplement destiné à se rendre compte du débit), puis de là dans un tube de verre de 1m de long, de 3cm de diamètre, tenu verticalement et rempli de billes de verre de 3mm à 5mm de diamètre. L'air chargé de vapeur de chloroforme circule de haut en bas, tandis que de l'alcool à 90°-95° ne cesse de couler de la partie supérieure sur les billes de verre ([1]). Dans ces conditions, tout le chloroforme est retenu et se retrouve entièrement dans l'alcool collecté à la partie inférieure du tube-colonne, où il est facile de le doser par les méthodes que j'ai fait connaître ([2]).

Les expériences de contrôle, au nombre de 11, ont démontré que l'appareil fonctionnant *à blanc* (sans animal) on retrouve avec une différence minime, nulle ou de l'ordre d'erreur de l'expérience elle-même, la quantité de chloroforme vaporisé qui a varié de 0g,010 à 5g.

Ce problème résolu, rien n'était plus facile que de poursuivre les expériences dans les conditions énoncées plus haut. En voici les résultats :

*Chloroforme introduit dans l'organisme par respiration.*

| Numéros des expériences. | Poids de l'animal. | Quantité de chloroforme vaporisé. | retrouvé. | disparu. | disparu par kilogramme du poids de l'animal. |
|---|---|---|---|---|---|
| | kg | g | g | g | g |
| I | 4,5 | 5,620 | 5,122 | 0,498 | 0,111 |
| II | 3,7 | 4,630 | 4,239 | 0,391 | 0,105 |
| III | 5,5 | 5,340 | 4,712 | 0,628 | 0,113 |
| IV | 4,3 | 4,550 | 4,110 | 0,440 | 0,102 |
| V | 4,6 | 4,750 | 4,301 | 0,449 | 0,098 |
| VI | 4,15 | 4,720 | 4,263 | 0,457 | 0,110 |

Ainsi donc il résulte de l'examen de ce Tableau qu'une proportion notable de chloroforme disparaît; elle a été décomposée dans l'organisme.

Pour établir le pourcentage de cette décomposition, il ne faut pas naturellement comparer la quantité disparue à la quantité vaporisée (une grande partie de chloroforme ne faisant que circuler autour de l'animal sans être respiré par lui), mais bien à la quantité réellement fixée par l'animal. Or, de mes expériences antérieures, on peut déduire que cette quantité est

([1]) Le principe de cette circulation inverse est bien connu (tour de Glover, colonne de Gay-Lussac); Hanriot et Ch. Richet dans leurs travaux sur les échanges respiratoires, Maurice Billy (*Soc. chim.*, 4e série, t. III, 1908, p. 758) ont fait connaître des appareils basés également sur le même principe.

([2]) Voir *Les anesthésiques généraux*..., *loc. cit.*, p. 1 et suiv.

de $0^g,2$ environ par kilogramme de poids vif. Le Tableau ci-dessus indique une quantité de $0^g,100$ à $0^g,110$; c'est donc 50 à 55 pour 100 du chloroforme fixé au moment de l'anesthésie qui est décomposé dans l'organisme.

Les expériences sur l'ingestion du chloroforme où toutes les données pour calculer la proportion décomposée sont fournies par l'expérience elle-même permettent de formuler les mêmes conclusions; en effet, la quantité de chloroforme décomposé par kilogramme de poids vif a varié entre $0^g,097$ et $0^g,105$, et la proportion decomposée entre 42,8 et 61,8 pour 100.

D'où la conclusion générale suivante : chez le chien, au cours de l'anesthésie et pendant la période de retour, le chloroforme fixé par le sang et par les tissus est décomposé dans une proportion d'environ 50 pour 100.

ZOOLOGIE. — *Sur les Crevettes du genre* Saron *à mâles dimorphes.* Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Bouvier.

Les Crevettes du genre *Saron* Thalwitz ont été pendant longtemps représentées par les deux formes, *Hippolyte marmoratus* et *H. gibberosus* H. M.-Edwards, espèces indo-pacifiques à très vaste dispersion, dont les femelles sont identiques. En 1898, Borradaile, contre la plupart des auteurs, émit nettement l'idée qu'il s'agissait d'une espèce unique à mâles dimorphes. Depuis, de Man a séparé une seconde espèce, *S. neglectus*, qui explique les prétendues variations relevées dans certains caractères de la première.

En étudiant ces diverses formes sur des matériaux des collections du Muséum, j'ai pu arriver aux conclusions suivantes :

1° *S. marmoratus* et *gibberosus* sont une seule et même espèce. La forme *gibberosus* comprend toutes les femelles et la majorité des mâles. Quelques-uns de ces derniers, toujours très adultes, atteignent à la forme *marmoratus* par une exagération telle de leurs pattes-mâchoires et des pinces de la première paire, que la longueur de ces appendices devient deux fois et demi plus grande et leur poids décuple, *à taille égale des spécimens*. La différence d'aspect est telle qu'il existe certainement très peu d'exemples comparables [1].

En outre, on rencontre des mâles dont les appendices sont exagérés à tous les degrés intermédiaires. On assiste en particulier à l'espacement graduel, à la raréfaction, à la disparition des épines distales des pattes-mâchoires, d'une façon qui ne peut laisser aucun doute sur l'identité spécifique des spécimens étudiés.

2° *S. neglectus* de Man montre des faits identiques comme direction et inten-

---

[1] Peut-être celui de *Talorchestia Deshayesi*, d'après Barrois, mais dans lequel il s'agit du passage du jeune à l'adulte, et non de différences entre adultes.

sité, mais portant uniquement sur les pinces de la première paire; les pattes-mâchoires restent toujours identiques.

Les cas actuellement rangés sous le nom de *dimorphisme des mâles* ne sont pas comparables entre eux exactement, ni à celui des *Saron*. Chez les *Inachus*, de beaucoup les mieux étudiés à ce point de vue par Geoffrey Smith, on trouve, parmi les mâles mûrs, des spécimens « low » et « high », les pinces de ces derniers étant relativement plus volumineuses. En outre, des mâles moyens, à qui la nécessité d'accroître leur taille, en passant de la première à la deuxième catégorie, impose un semi-hermaphrodisme (glandes génitales réduites, pinces de ♀). J'ai signalé les cas des *Eurypodius* et du *Palemon lar*, le premier au moins très analogue. Les *Cambarus* (Faxon), le *Pandalus annulicornis* (Wollebæk) possèdent ou non des caractères sexuels secondaires, suivant l'état d'activité ou de repos génital. Je laisse de côté les exemples tirés des Tanaïdés, et des Insectes tels que les Lucanes, où le dimorphisme est « définitif » et non plus « facultatif » (G. Smith).

Or, l'examen des glandes génitales des *Saron* mâles accentue encore l'originalité de leur cas : tous les grands spécimens, dont les appendices sont le plus démesurés, ont des testicules notablement plus réduits que les mâles *gibberosus* ou très faiblement *marmoratus*. Il semble que la tendance au gigantisme des appendices, freinée pendant la période d'activité sexuelle, n'ait pu pleinement se manifester qu'au déclin de cette activité, chez les vieux mâles dont les glandes sont en voie d'atrophie. Ce serait un caractère de sénilité.

Quelle que soit l'explication de ce fait, il est un rapprochement qui s'impose : c'est la très proche parenté des Hippolytidæ tels que *Saron*, *Nauticaris*, *Alope*, avec les Alpheidæ inférieurs tels qu'*Athanas*, *Betæus æquimanus*. Les ressemblances sont telles [1], en particulier le gigantisme des pinces de la

---

[1] L'une des ressemblances les plus curieuses est la présence de pleurons articulés sur le sixième pléosomite, vestige probable du même pléosomite dédoublé chez les Lophogastridés. *Nauticaris* et *Saron* d'une part, *Athanas*, quelques *Betæus* et *Alpheopsis* d'autre part, en sont les seuls exemples connus. Quant aux yeux des Alphéidés, abrités sous la carapace, il faut en chercher l'équivalent très loin aussi : les larves d'Euphausidæ ont leurs yeux ainsi protégés sous l'avancée du bord frontal, et les *Apus* les ont enfermés dans une cavité entièrement close, sauf un minuscule canal s'ouvrant au dehors. Le stylamblis des Pléopodes est un exemple d'une survivance aussi capricieuse : toute disposition réalisée une fois paraît ne plus pouvoir disparaître, et resurgir comme au hasard d'une combinaison de chiffres.

première paire, poussé très graduellement jusqu'à un degré extrême, chez les Alpheidæ, que ceux-ci constituent la suite naturelle et comme l'épanouissement des Hippolytidæ. Et si l'on suppose qu'à un moment de leur *histoire* les Crevettes eucyphotes aient pu ne pas comporter d'Alpheidæ, le mécanisme qu'on surprend à l'œuvre chez les *Saron* actuels permettrait de comprendre la différenciation de cette famille.

On peut trouver des traces d'une semblable *céphalisation* dans la plupart des familles d'Eucyphotes (*Leander* et *Palemon*, *Coralliocaris* et *Pontonia*). A mon sens, ces Macroures, groupe parallèle à celui du reste des Décapodes, mais de bien moindre envergure, ont subi ou subissent, en raccourci et pour leur propre compte, la tendance générale qui a dirigé l'évolution des Décapodes, depuis les Pénéides nageurs à abdomen volumineux, jusqu'aux Homards marcheurs et jusqu'aux Crabes. L'explication valable pour les rapports phylétiques entre *Saron* et Alpheidés apparaît ainsi comme susceptible d'une grande généralisation.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la nature du parasite de la lymphangite épizootique.* Note de MM. **L. Nègre** et **J. Bridré**, présentée par M. E. Roux.

I. Dans une première Note ([1]) nous avons montré l'existence, dans le sérum des animaux atteints de lymphangite épizootique, d'une sensibilisatrice qui dévie le complément aussi bien en présence d'une levure de raisin qu'en présence du parasite spécifique.

Nous avons recommencé les mêmes expériences en nous servant, comme antigène, de levure de bière (culture sur gélose sucrée, émulsionnée dans l'eau physiologique) et en suivant le protocole que nous avons donné dans notre précédente Note.

Les résultats ont été les mêmes qu'avec la levure de raisin ou le cryptocoque.

Nous avons ensuite complété ces expériences en examinant l'action du sérum d'animal à lymphangite épizootique sur la *Leishmania infantum* (parasite dont on a voulu rapprocher celui de la lymphangite épizootique) et sur un autre protozoaire, le *Trypanosoma vespertilionis*. L'antigène était constitué par des cultures des protozoaires en milieu Novy-Neal-Nicolle

([1]) *Comptes rendus*, séance du 18 avril 1910.

(liquide de condensation de la culture dilué par moitié dans l'eau physiologique).

Même réaction avec le sérum normal.

Toujours même protocole. Nous avons fait des tubes témoins avec le cryptocoque comme antigène.

*Résultats.* — Il y a déviation dans les tubes témoins (antigène cryptocoque et sérum de lymphangite) et hémolyse dans les autres tubes.

La sensibilisatrice du sérum des animaux à lymphangite épizootique ne manifeste pas son action en présence de protozoaires tels que *Leishmania infantum* et *Trypanosoma vespertylionis*.

II. Nous avons enfin tenté une contre-épreuve des expériences précédentes en faisant agir sur les différents antigènes, levure de bière, levure de raisin et cryptocoque, un sérum anti-levure, en l'espèce, sérum de lapin, ayant reçu à plusieurs reprises, sous la peau et dans le péritoine, de la levure de bière.

Les expériences ont été répétées avec un sérum normal de lapin, et en suivant toujours le même protocole.

*Résultats.* — Dans toutes les expériences faites avec le sérum anti-levure de bière, que l'antigène soit la levure de bière, la levure de raisin ou le cryptocoque, les résultats sont les mêmes : déviation du complément dans les tubes renfermant le sérum anti-levure et les différents antigènes, hémolyse dans les tubes témoins.

Avec le sérum normal, hémolyse partout.

Il ressort de cette série d'expériences :

1° Que la sensibilisatrice d'un sérum d'animal préparé avec la levure de bière n'est pas rigoureusement spécifique pour cette levure ; qu'elle manifeste également son action sur une autre levure telle qu'une levure de raisin ;

2° Qu'un sérum anti-levure dévie le complément aussi bien en présence du parasite de la lymphangite épizootique qu'en présence des levures.

*Conclusions générales.* — Puisque : 1° *le sérum d'animal à lymphangite épizootique* dévie le complément en présence des levures comme en présence du cryptocoque ; et que ce sérum ne dévie pas le complément en présence d'autres microbes ou en présence de protozoaires ; 2° qu'un *sérum anti-levure* dévie le complément aussi bien en présence d'une levure autre que celle qui a servi à le produire qu'en présence de celle-ci ; et que ce même sérum dévie le complément en présence du parasite de la lymphangite épizootique comme en présence des levures ; il résulte que, dans ces diverses expériences, le *sérum d'animal à lymphangite épizootique se comporte comme un sérum anti-levure, et le parasite de la lymphangite épizootique comme une levure.*

Ces faits expérimentaux semblent, sinon démontrer du moins étayer fortement l'hypothèse de la nature blastomycétienne du parasite de la lymphangite épizootique (1).

MICROBIOLOGIE. — *Détermination des acides volatils dans les produits de fermentation de quelques microbes d'après la méthode de Duclaux.* Note de M. G. **Seliber**, présentée par M. E. Roux.

Au cours de recherches sur des produits de cultures microbiennes, nous avons été amené à faire la détermination des acides volatils dans les fermentations des microbes anaérobies suivants : *b. butyricus*, *b. perfringens* et *b. putrificus*.

La fonction fermentative d'un microorganisme étant un de ses caractères essentiels, il y a lieu de se poser la question de savoir si la composition des matières élaborées n'est pas caractéristique pour tel ou tel microbe et si cette propriété ne peut pas être utilisée pour la différenciation de certains microbes.

Nous nous sommes proposé de résoudre cette question en utilisant la méthode si pratique enseignée par Duclaux.

Nous avons employé la technique suivante : les cultures ont été faites dans des ballons à long col de $150^{cm^3}$ de capacité; après avoir rempli les ballons avec de la solution nutritive, on ajoute de l'eau distillée dans le haut col du ballon, de manière à obtenir les conditions de vie anaérobie. Comme milieu de culture, nous nous sommes servi du milieu nutritif suivant (2) : petit-lait, $1^l$; glucose, $15^g$; peptone Chapoteaut, $10^g$; gélatine, $3^g$, auquel on ajoutait du carbonate de calcium; un certain nombre de cultures cependant en furent exemptes.

La détermination des acides par la méthode Duclaux (3) était faite après 3 à 7 jours d'étuve à 37°, sur le quart des volumes des cultures, en neutralisant à l'eau de chaux les acides distillés, le tournesol servant d'indicateur.

Les chiffres du Tableau ci-dessous expriment les rapports entre les quantités d'acides volatils contenus dans les 10, 20, 30, 40, ... premiers centimètres cubes

(1) Nous adressons nos vifs remercîments à MM. Trouette et Roig qui nous ont fourni la plus grande partie du matériel de nos expériences et à M. Ch. Nicolle qui a bien voulu nous envoyer des cultures de *Leishmania* et de *Trypanosoma*.

(2) Cohendy, *Comptes rendus Soc. biol.*, t. LVIII, 1er sem., 1906, p. 559.

(3) Duclaux, *Traité de Microbiologie*, t. III, p. 384.

qui passent à la distillation et la quantité totale distillée avec 100cm³. Ces rapports vous serviront à déterminer la mesure et la qualité des acides volatils libérés par comparaison avec les chiffres trouvés dans les Tableaux obtenus par Duclaux avec des solutions d'acides connus.

Citons quelques résultats parmi de nombreuses expériences.

*Cultures de bac. butyricus sans* $CO^3Ca$.

I.

| Volumes distillés | 30. | 40. | 50. | 60. | 70. | 80. | 90. | 100. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés | 31,1 | 40,5 | 49,6 | 58,7 | 67,5 | 76,6 | 86,8 | 100 |
| Rapports calculés | 29,4 | 39,0 | 48,8 | 57,7 | 67,3 | 77 | » | » |

correspondant à 1 p. de $C^4H^8O^2$ + 3 p. de $C^2H^4O^2$.

II.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés | 33,4 | 41,4 | 52,3 | 61,3 | 69,6 | 78,3 | 87,6 | 100 |
| Rapports calculés | 31,4 | 41,3 | 50,8 | 60,2 | 69,4 | 78,8 | » | » |

correspondant à 1 p. de $C^4H^8O^2$ + 2 p. de $C^2H^4O^2$.

*Cultures de bac. butyricus avec* $CO^3Ca$.

I.

| Volumes distillés | 30. | 40. | 50. | 60. | 70. | 80. | 90. | 100. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés | 37,3 | 48,8 | 58,0 | 67,1 | 76,5 | 83,2 | 91,0 | 100 |
| Rapports calculés | 37,8 | 48,8 | 58,6 | 67,8 | 76,0 | 84,2 | » | » |

correspondant à 1 ½ p. de $C^4H^8O^2$ + 1 p. de $C^2H^4O^2$.

II.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés | 38,8 | 50,5 | 60,6 | 69,1 | 78,1 | 85,4 | 92,4 | 100 |
| Rapports calculés | 39,5 | 50,8 | 60,7 | 69,8 | 78,0 | 85,6 | » | » |

correspondant à 2 p. de $C^4H^8O^2$ + 1 p. de $C^2H^4O^2$.

*Bac. perfringens sans* $CO^3Ca$.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés | 20,3 | 27,0 | 35,3 | 44,6 | 54,0 | 65,3 | 80,3 | 100 |
| Rapports calculés | 20,5 | 28,2 | 36,5 | 45,6 | 55,4 | 67,0 | 81,2 | 100 |

*Bac. perfringens avec* $CO^3Ca$.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés | 22,5 | 30,9 | 39,6 | 48 3 | 57,0 | 67,7 | 80,6 | 100 |
| Rapports calculés | 20,5 | 28,2 | 36,5 | 45,6 | 55,4 | 67,0 | 81,2 | 100 |

correspondant à 2 parties de $CH^2O^2$ + 1 partie de $C^2H^4O^2$.

*Bac. putrificus sans* $CO^3Ca$.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés....... | 29,0 | 37,0 | 44,4 | 53,0 | 62,9 | 72,2 | 83,9 | 100 |
| Rapports calculés...... | 26,8 | 35,3 | 43,2 | 52,2 | 61,2 | 71,3 | 83,6 | 100 |

*Bac. putrificus avec* $CO^3Ca$.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports trouvés....... | 33,0 | 41,3 | 48,3 | 58,8 | 67,2 | 76,1 | 86,2 | 100 |
| Rapports calculés...... | 33,4 | 42,0 | 50,2 | 58,5 | 66,9 | 76,0 | 86,4 | 100 |

Ces rapports montrent que si les conditions de culture restent les mêmes, la nature des acides formés ne change pas sensiblement pour la même espèce :

Le *b. butyricus* produit les acides butyrique et acétique;

Le *b. perfringens*, les acides acétique et formique; dans quelques cultures de ce bacille l'acide acétique s'est trouvé présent en plus grande quantité; il y avait également de l'acide propionique;

Pour le *b. putrificus* il est difficile de préciser la nature des acides volatils, une odeur spécifique signale la présence d'acides gras supérieurs, mais les rapports trouvés constituent encore un caractère essentiel du microorganisme.

En employant un autre milieu de culture (peptoné et glucosé) nous avons obtenu, en présence de carbonate de calcium, pour le *b. butyricus* et le *b. perfringens*, des chiffres concordant avec les rapports déjà trouvés et comparables, pour la fermentation butyrique, aux chiffres obtenus par Duclaux [1] et Grimbert [2]. Si l'on cultive le *b. butyricus* dans ce même milieu, sans carbonate de calcium, la quantité d'acide butyrique diminue sensiblement et l'on obtient des chiffres qui ne sont plus caractéristiques.

Le *b. perfringens*, placé habituellement dans le groupe butyrique, ne nous a pas donné d'acide butyrique dans le milieu sucré ordinaire, mais toujours cet acide s'est trouvé présent dans les milieux nutritifs contenant de la caséine.

Il ressort de nos résultats que la nature des acides volatils peut, dans certains cas, servir à caractériser un microbe, mais pour mettre en évidence ce caractère, les cultures doivent être faites dans un milieu approprié et

---

(1) Duclaux, *Ann. de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VIII, 1886, p. 551.
(2) Grimbert, *Ann. de l'Institut Pasteur*, t. VII, 1893, p. 365.

bien défini. C'est ainsi que certaines espèces exigent la présence de carbonate de calcium (*b. butyricus*); pour d'autres (*b. perfringens*) on doit éliminer certaines matières albuminoïdes telle que la caséine, les produits élaborés aux dépens de ces matières pouvant influencer diversement les résultats.

Nous n'avons travaillé qu'avec un échantillon de chaque espèce et nous ne prétendons pas tirer de ces résultats des conséquences trop générales, ils semblent cependant présenter un intérêt digne d'être signalé. Pour le *b. butyricus*, en particulier, nous avons obtenu dans un grand nombre d'expériences des chiffres toujours concordants qui plaident fortement en faveur de l'emploi de la méthode de Duclaux dans les recherches des propriétés biochimiques des microbes.

GÉOLOGIE. — *Sur le poids atomique moyen de l'écorce silicatée terrestre.* Note de M. **L. De Launay.**

J'ai cherché autrefois à montrer, par des considérations de métallogénie, que la distribution des atomes s'était opérée dans la Terre, encore fluide, de manière à leur attribuer une place d'autant plus éloignée du centre que ces atomes étaient plus légers (¹). On peut trouver une confirmation intéressante de cette loi sur un point particulier dans la loi de Rosenbusch, établie par une méthode toute différente et relative au nombre des atomes métalliques compris dans un même poids d'une roche ignée quelconque.

On sait que M. Rosenbusch a traduit un très grand nombre d'analyses de roches en cherchant, d'abord le nombre de molécules, puis celui d'atomes métalliques correspondant à chacune d'elles. Pour avoir le nombre moléculaire de la silice, il divise le chiffre représentatif de la teneur en silice, 30 pour 100 par exemple, par le poids moléculaire de la silice, 60, et multiplie par 100 pour éliminer les décimales, soit 50; 50 représente également le nombre des atomes de silicium. Un poids moléculaire de 20 pour l'alumine $Al^2O^3$ correspond à $40^{at}$ d'aluminium. C'est en additionnant les nombres ainsi obtenus qu'il a trouvé, approximativement, un nombre constant de 183 pour les atomes métalliques et de 150 pour les molécules d'une roche quelconque.

Or on peut se proposer d'en déduire le poids atomique moyen des métaux

(¹) *Comptes rendus*, 14 mars 1904.

engagés dans les roches, ou le poids moléculaire moyen de leurs combinaisons oxydées.

Dans le premier cas, on doit remarquer que la méthode de calcul adoptée consiste à éliminer l'oxygène, à envisager seulement les métaux qui se sont oxydés. Le nombre 183 des atomes trouvés ne correspond donc pas au poids total de la roche, mais à ce poids diminué de la teneur moyenne en oxygène qui, déterminée par de nombreuses analyses, est de 47,1 pour 100. Si l'on veut obtenir le poids atomique moyen du métal oxydé, il faut donc diviser $52,9 \times 100$ par le nombre constant des atomes métalliques, ou 183. On trouve ainsi 28,9.

La loi de Rosenbusch peut donc se traduire en disant que l'oxydation première dont résulte la croûte silicatée, sur laquelle portent toutes nos observations, s'est faite sur un magma métallique dont le poids atomique moyen était à peu près de 28,9.

Remarquons maintenant combien ce poids atomique moyen est voisin de celui du silicium (28,4), un peu supérieur seulement. On peut donc considérer le silicium comme ayant été l'élément représentatif de cette zone où a eu lieu la scorification. Celle-ci s'est opérée sur les éléments d'une zone ainsi caractérisée par la silice et par les éléments de poids atomique analogue : zone où d'autres métaux provenant d'une profondeur plus grande, et par conséquent plus denses, s'étaient diffusés de manière que le poids atomique moyen de l'ensemble fût encore celui qui convenait à cette position dans la planète. Nous avions déjà fait observer autrefois combien sont rapprochés les uns des autres les poids atomiques des principaux corps formant cette scorie silicatée : le sodium (23), le magnésium (24), l'aluminium (27), le silicium (28), ce dernier étant le plus élevé. Ainsi se sont constitués les deux magmas fondamentaux : l'un de silicate alumino-magnésien, l'autre de silicate alumino-sodique. On s'explique maintenant comment d'autres métaux plus denses, tels que le fer, le calcium, le potassium, ont pu y être introduits. Chacun d'eux s'est trouvé équilibré par un accroissement simultané des plus légers, de telle sorte que le poids atomique moyen restât encore le même, très légèrement augmenté seulement par l'addition de ces métaux plus lourds. C'est sur cet ensemble si remarquablement équilibré que s'est opérée l'action de l'oxygène appartenant à une zone plus éloignée du centre. Le poids moléculaire de la scorie formée, calculé par la même méthode, est de 66,66 : moyenne entre les poids moléculaires de la silice et de l'oxyde ferreux (60 et 72).

Il faut d'ailleurs noter que les roches sur lesquelles peuvent porter nos

recherches ont bien des chances pour avoir subi au moins deux ou trois refusions, dans lesquelles ont dû s'introduire, par endomorphose, des éléments empruntés aux terrains sédimentaires qu'elles traversent souvent, en sorte que nous ne connaissons peut-être nulle part la scorie première, à laquelle devrait s'appliquer notre théorie. Les sédiments ayant eux-mêmes commencé par se former aux dépens des roches cristallines, il existe, entre l'un et l'autre groupe, une certaine analogie moyenne de composition, en sorte que le magma cristallin prédominant a pu continuer à imposer sa forme d'équilibre; c'est pourquoi la loi demeure approximativement vérifiée. Cependant on conçoit que des phénomènes de ce genre aient pu, dans une certaine mesure, influer sur la proportion des éléments concourant à cet équilibre. Par exemple, la proportion de soude a pu se trouver diminuée, par suite de l'entraînement constant qui a eu sans cesse pour effet d'entraîner les sels solubles de sodium vers la mer et d'accroître la teneur de celle-ci en sodium aux dépens des continents. La teneur en magnésium a pu être réduite pour la même cause. Par contre la proportion relative de chaux et de fer a pu, en raison des mêmes dissolutions qui les épargnaient davantage, se trouver finalement accrue.

GÉOLOGIE. — *Distribution des niveaux et des facies dans le Nummulitique dit* autochtone *de la Suisse orientale.* Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. Henri Douvillé.

Tous les faits observés dans le flysch dit *autochtone* de la Suisse centrale et orientale nous ont amené à cette conclusion qu'il y fallait distinguer deux séries de couches : une série normale, seule autochtone, et une série renversée appartenant au flanc médian de la nappe helvétique la plus profonde, les deux séries ayant un noyau synclinal, oligocène, commun. Nous devons donc examiner séparément ces deux séries, si nous voulons essayer d'embrasser d'une vue synthétique ce Nummulitique, et d'y distinguer les grandes zones de sédimentation dues à la transgression graduelle des niveaux et aux changements correspondants de facies; nous arrivons alors à des conclusions curieuses et fort intéressantes pour la remise en place des nappes.

Dans l'autochtone véritable, nous distinguons les zones suivantes de l'Ouest à l'Est :

1° Une zone dans laquelle le Priabonien est transgressif, comprenant des couches à

*Cerithium diaboli*, puis des grès à *N. Fabiani* et des calcaires à Orthophragmines; cette zone m'est connue depuis la Gemmi jusqu'au Seewli See, et s'étend probablement jusque dans le Brunnithal, à partir duquel elle disparaît sous les nappes.

2° Une zone dans laquelle l'Auversien est transgressif, et représenté par un grès calcaire, un peu schisteux, à patine fauve, à gros grains de quartz ressortant en saillie à la surface des bancs, qu'on trouve dans le flanc renversé du synclinal de la Windgälle, et qui contient *Num. striatus* et *Orth. discus;* c'est un facies très voisin de celui du grès du Hohgant. Cette zone longe la précédente au Sud-Est, et occupe la région des Windgälles et des Clarides.

3° Une zone où le Lutétien est transgressif, mais peu épais, et constitué par des calcaires et des grès, parfois glauconieux et à grandes Nummulites (*N. complanatus*, *aturicus*). Cette zone apparaît aussi au sud-est de la précédente, dans la région du Kistenpass, mais ses limites avec la suivante sont encore mal déterminées.

4° Une zone dans laquelle tout le Mésonummulitique est schisteux; le Lutétien est très puissant, et représenté par une grande série de schistes où s'intercalent des bancs calcaires lenticulaires à grandes Nummulites; cette zone est connue avec certitude depuis le Calfeuserthal jusqu'à Ragaz.

En résumé, nous rencontrons, dans le Nummulitique autochtone de la Suisse orientale, *la même succession de zones* que nous avons trouvée dans toutes les Alpes suisses *transversalement* à la direction de la chaîne, et que nous avons constatée aussi, *dans le sens longitudinal*, le long du front de la nappe du Wildhorn (¹): Priabonien transgressif à l'extrémité sud-occidental de cette nappe, puis Auversien transgressif avec les grès du Hohgant, puis Lutétien transgressif à partir de la Grosse Emme, Lutétien schisteux enfin dans la région de Sarnen et surtout dans le canton de Schwytz. *Ce sont les mêmes zones qu'on retrouve dans l'autochtone, mais avec un retard considérable vers l'Est;* ce retard atteint environ $100^{km}$ pour la zone de l'Auversien transgressif, $80^{km}$ pour celle du Lutétien transgressif, $70^{km}$ pour celle du Lutétien schisteux. Mais il résulte de ce retard vers l'Est que si nous reportons la nappe du Wildhorn dans sa position primitive, au sud du massif de l'Aare, c'est-à-dire au sud-ouest de l'autochtone de la Suisse orientale, les zones de facies de l'autochtone et de la nappe, étant dirigées SW-NE, viendront se placer sur le prolongement direct les unes des autres.

Cherchons maintenant comment peut s'intercaler, dans cet ensemble, le flanc renversé nummulitique qui existe sous les nappes helvétiques, et

---

(¹) Un seul facies ne suit pas cette loi de l'obliquité des zones de facies par rapport aux zones tectoniques: les grès de Taveyannaz restent constamment liés à l'autochtone ou à la nappe helvétique inférieure Diablerets-Glaris.

comment ses facies viennent s'encadrer entre ceux de l'autochtone et ceux des nappes.

Pour le remettre en place, nous devons le faire pivoter autour d'un axe suivant le bord méridional du massif de l'Aare et situé sur le prolongement de la charnière du Panixer-Pass; il vient alors se placer sur le bord méridional du massif de l'Aare, au sud de l'autochtone, mais au nord des nappes. Et les faits sont tels que la région du Joch-Pass se trouve à peu près sur le prolongement de la région du Schimberg, où les facies sont à peu près les mêmes : Lutétien gréso-calcaire relativement peu épais, puis Auversien représenté par des schistes gréseux (1). D'autre part la partie de ce flanc renversé située entre le Surenen et Ragaz, où le Lutétien est schisteux et très épais, vient se placer sur le trajet de la zone de facies semblables Sarnen-Schwyz, qui va rejoindre l'autochtone de Ragaz.

Cette parfaite concordance entre nos conclusions stratigraphiques et les données de la tectonique, qui nous permet de faire, par la remise en place des terrains charriés, une harmonieuse synthèse touchant la distribution des facies et la reconstitution des principales zones sédimentaires, me paraît l'argument le plus fort en faveur de nos méthodes de paléontologie stratigraphique.

GÉOLOGIE. — *La craie de Blois.* Note de M. **Marius Filliozat**, présentée par M. Henri Douvillé.

J'ai fait ressortir précédemment (2) les grandes affinités paléontologiques que présentait la craie de Blois et Chaumont avec les assises supérieures de Vendôme à *Marsupites testudinarius*. A Blois, les couches crétacées subissent une transformation pétrographique si complète que tous les géologues ont

---

(1) C'est précisément dans ce flanc renversé, entre le Joch-Pass et le Surenen, qu'on peut observer le passage latéral des schistes gréseux fauves, auversiens, équivalent des Pectinitenschiefer de Kauffmann, au facies Wildflysch. A la Fürrenalp et au Surenen-Pass, ces schistes gréseux sont encore reconnaissables sous le Lutétien renversé, mais leur habitus est différent : ils sont contournés, broyés, les bancs de grès qui y sont intercalés sont étirés et tordus; plus à l'Est, à partir du Schächenthal, ils sont fondus dans la masse des schistes variés qui séparent le Lutétien des grès de Taveyannaz.

(2) *Comptes rendus des séances de la Société géologique de France*, 8 novembre 1909, p. 132.

cru y voir l'équivalent du Campanien inférieur de l'Aquitaine. La présence à Chaumont d'un *Micraster*, rapporté par M. Lambert au *Micraster regularis* Arnaud, paraissait même, au premier abord, être un motif suffisamment concluant pour justifier cette parallélisation ([1]).

Depuis ma communication à la Société géologique de France, j'ai suivi les travaux pour le creusement d'un puits, dans la propriété de Boisprieur, à 2$^{km}$ de Blois, sur la rive droite de la Loire, en face précisément des affleurements du champ de tir militaire, d'où provenaient la plupart des espèces que j'ai signalées l'année dernière.

J'ai pu ainsi relever la coupe suivante, qui m'a permis de déterminer très exactement la position de la craie de Blois :

1° Craie blanche, fine et traçante à *Onychocella cypræa*, *Coscinopleura vindocinensis*, *Rosseliana crassa*, *Unicytis falcata* : 15$^{m}$;

2° Craie micacée à *Onychocella nerei* : 1$^{m}$;

3° Craie blanche, assez dure à *Rhynchonella vespertilio* : 1$^{m}$,50;

4° Lit à *Micraster turonensis*, *Onychocella nerei*, *Rhagasostoma œgon* : 3$^{m}$;

5° Calcaire dur spathique, à *Callianassa*, *Valdemunitella grandis*, *Rhagasostoma Grossouvrei*.

La couche 1° correspond à l'assise à *Marsupites testudinarius;* les couches 2°, 3° et 4° représentent l'assise à *Onychocella nerei,* et la couche 5° l'assise à *Crania ignabergensis.*

La correspondance des assises abyssales de Blois avec les assises subpélagiques de Vendôme et Villedieu se trouve ainsi nettement établie. Il n'est pas prouvé, dès lors, que les communications des bassins de Paris et d'Aquitaine aient persisté à l'époque campanienne.

GÉOLOGIE. — *Les mouvements orogéniques anciens dans le Haut-Atlas marocain.* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Pierre Termier.

La tectonique de l'Atlas marocain a excité déjà la curiosité d'un certain nombre de géologues parmi lesquels Maw, J. Thomson, Oskar Lenz, Blanckenhorn, Theobald Fischer, Brives, Paul Lemoine.

---

(1) La présence du *Micraster regularis* dans la craie de Blois est une nouvelle preuve, à l'appui de celles données par M. de Grossouvre (*Recherches sur la Craie supérieure*, t. I, p. 16-22), que les Échinides ne peuvent être des guides bien sûrs pour l'établissement des synchronismes, surtout à grande distance.

J'ai, lors de mon premier voyage au Maroc, en 1905, recueilli sur la structure du Haut-Atlas occidental d'intéressants documents qu'une exploration récente m'a permis de compléter; je me propose de soumettre à l'Académie les conclusions que je crois pouvoir en tirer.

Les plissements les plus anciens de l'Atlas remontent peut-être à la fin du Silurien. Les vestiges d'une *chaîne calédonienne*, en effet, sembleraient résulter de certains faits, notamment de la présence fréquente d'un conglomérat de base au début du Dévonien; mais ces données, trop incertaines et insuffisantes, méritent d'être corroborées par de nouvelles observations.

La *chaîne hercynienne* a, par contre, laissé des traces manifestes. Depuis le col des Bibaoun, on constate partout, dans l'est, que le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère inférieur (Dinantien) ont pris part à un important mouvement orogénique.

J'ai observé, entre Demnat et la plaine de Haskoura, la *superposition discordante* des dépôts arénacés du Permien sur le Dinantien à *Productus pustulosus* Phil.; et les schistes de la Zaouïa de Moulaï Ibrahim, dans lesquels j'ai découvert une faune à *Chonetes papilionacea* Phil.; *Orthothetes crenistria* Phil., sont également recouverts en *discordance angulaire* par des poudingues ou grès rouges permiens; tandis que la série paléozoïque antérieure à ces conglomérats n'a été intéressée que par les dernières manifestations orogéniques de la chaîne primaire, dont les principaux mouvements sont ainsi compris entre la fin du Dinantien et un niveau permien encore à préciser.

Quoi qu'il en soit, il est permis de conclure que la chaîne hercynienne, dans le Maroc méridional, est contemporaine de la grande chaîne carbonifère de l'Europe occidentale et centrale.

Les plis primaires ont, dans la partie occidentale de l'Atlas, une direction NNE-SSW, déjà signalée par Thomson dans les Djebilet et dans les premiers contreforts de la haute chaîne. Dans l'Est, au delà du col de Telouet, ils prennent une direction NW-SE et, dans l'intervalle, dans la haute vallée du Draa, ils sont voisins de la méridienne; de sorte que les différents faisceaux de ces Altaïdes ont un point de convergence dans la région encore inexplorée des djebel Bou Ourioul et Tidili.

Cette partie inconnue de l'Atlas offrira sans doute un vif intérêt par sa tectonique et par un métamorphisme intense des terrains paléozoïques, métamorphisme que j'ai constaté sur le revers méridional de la haute chaîne, et qui semble très probable dans les régions élevées, si j'en juge d'après les matériaux pétrographiques que j'ai recueillis dans le thalweg des vallées qui en descendent.

Enfin il me paraît intéressant de faire remarquer que les plis de la chaîne carbonifère sont, en général, *déversés vers le sud*, c'est-à-dire vers le sud-est dans sa branche occidentale, vers le sud-ouest dans sa partie orientale.

Après sa surrection, la chaîne hercynienne a été arasée, transformée en une *pénéplaine qui a recouvert l'emplacement actuel du Haut-Atlas et toute la Meseta marocaine*. Cette pénéplaine a subi de profondes modifications dans la région axiale de la chaîne actuelle, mais elle est parfaitement conservée au sud de l'Atlas dans le plateau des Aït Khzama. Au nord, elle apparaît dans les Oulad Saïd et les Madkra (Chaouïa), dans le pays des Zaër.

Les dépôts permiens essentiellement détritiques, parfois torrentiels, ont été formés sous un climat tropical avec les matériaux provenant du démantèlement de la chaîne carbonifère; et il est impossible d'admettre qu'ils ont pris part à ses grands mouvements orogéniques. D'ailleurs j'ai montré que dans la Meseta marocaine la pénéplaine est recouverte par les dépôts horizontaux du Trias supérieur et du Rhétien, ce qui fait remonter sa genèse au plus tôt au Trias moyen. Il est vraisemblable qu'elle était déjà formée avant le début des Temps secondaires.

La formation de la pénéplaine primaire a été suivie du morcellement de la chaîne hercynienne, concomitant de puissantes éruptions volcaniques de trachytes, d'andésites, de basaltes qui, commencées au Permien, ont pu se prolonger durant l'époque triasique ; il paraît intéressant de remarquer que ces éruptions ont atteint leur maximum dans la région de convergence des plis carbonifères.

Le morcellement de la chaîne carbonifère a intéressé seulement l'emplacement actuel du Haut-Atlas qui a été envahi par les mers jurassiques dont les dépôts d'abord néritiques accusent ensuite une formation bathyale. Puis, par suite d'un mouvement ou d'un simple gauchissement, ces terrains secondaires ont été émergés tout au début du Crétacé et complètement arasés sur l'espace de plus de $120^{km}$ compris entre le col des Bibaoun et le col de Telouet.

L'îlot ainsi émergé, que je désignerai sous le nom de *Massif central du Haut-Atlas*, a été entouré, au moins sur la plus grande partie de sa périphérie, par les mers du Crétacé inférieur qui ont laissé sur la plus grande partie de son pourtour des dépôts arénacés parfois littoraux, souvent lagunaires. Il faut se porter à l'extrémité occidentale ou au nord-ouest de la grande chaîne pour retrouver les formations néritiques avec tendances bathyales dans lesquelles (Ida ou Tanan) j'ai retrouvé les riches faunes à Céphalopodes déterminées par M. W. Kilian.

Il semble bien que ces faunes marquent le bord méridional du géosynclinal qui entourait, à l'ouest, la Meseta marocaine pour aller se relier, au nord, avec le géosynclinal dinarique dont les traces (*Cénomanien, Sénonien*) sont indiscutables dans la région de Tanger où elles établissent la liaison avec les dépôts similaires du Tell algérien.

La transgression cénomanienne a recouvert la première ébauche de l'Atlas tandis qu'à partir du Turonien les mers crétacées sont en régression.

M. Rodolphe Soreau adresse une Note intitulée : *La poussée sur la surface portante des aéroplanes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Alexandre Sée adresse une Note intitulée : *Formules de la poussée des hélices propulsives.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Albert Nodon adresse des *Observations astrophysiques et météorologiques au Sahara.*

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

---